

UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES

ESCUELA DE CIENCIAS GEOLÓGICAS Y AMBIENTALES



TEMA:

**“DETERMINACIÓN DE LA ALTERACIÓN DEL FITOPLANCTON GENERADO
POR LOS ATRAQUES DE BUQUES EN EL TERMINAL MARÍTIMO DE
ABASTECIMIENTO DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO EN MONTEVERDE
PROVINCIA DE SANTA ELENA”**

TESIS DE GRADO

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:

INGENIERO AMBIENTAL

PRESENTADO POR

WALTER IGNACIO ZUMBA MOREIRA

GUAYAQUIL – ECUADOR

AÑO: 2016

© DERECHOS DE AUTOR
Según la ley de propiedad intelectual, Art. 5: “El derecho de autor nace y se protege por el solo hecho de la creación de la obra, independientemente de su mérito, destino o modo de expresión... El reconocimiento de los derechos de autor y de los derechos conexos no está sometido a registro, depósito, ni al cumplimiento de formalidad alguna.” (Ecuador)

.....
Walter Ignacio Zumba
Moreira 2015

DIRECTORA DE TESIS

CERTIFICACIÓN

En calidad de Tutor de esta Tesis Certifico que el presente trabajo ha sido elaborado por el señor Walter Ignacio Zumba Moreira, por lo que autorizo su presentación.

.....

Blga. Genoveva Torres

Directora de Tesis de
Grado

UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES
ESCUELA DE CIENCIAS GEOLÓGICAS Y AMBIENTALES

CALIFICACIÓN QUE OTORGA EL TRIBUNAL QUE RECIBE LA SUSTENCIÓN Y DEFENSA DEL TRABAJO INDIVIDUAL DE

TITULACIÓN: TESIS DENOMINADO: DETERMINACIÓN DE LA ALTERACIÓN DEL FITOPLANCTON GENERADO POR LOS ATRAQUES DE BUQUES EN EL TERMINAL MARÍTIMO DE ABASTECIMIENTO DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO EN MONTEVERDE PROVINCIA DE SANTA ELENA.

AUTOR: WALTER IGNACIO ZUMBA MOREIRA

PREVIO A OBTENER EL TÍTULO DE **INGENIERO AMBIENTAL**

MIEMBROS DEL TRIBUNAL

CALIFICACIÓN (Números y Letras)

Ing. Glgo. Víctor Narváez B., M.Sc.
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ph.D. Wilson Pozo Guerrero
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Msc. Mariuxi Mero de Egas
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

SUSTENTACIÓN Y DEFENSA DEL TRABAJO INDIVIDUAL DE TITULACIÓN REALIZADA EN EL AUDITÓRIUM DE LA FACULTAD, EL DÍALO CERTIFICO.

Abg. Jorge Solórzano Cabezas
SECRETARIO FACULTAD

DEDICATORIA

A Dios, para que sea luz y semejanza para los siguientes profesionales que se forjan en esta hermosa y honorable carrera. Pilar fundamental, para conllevar todo tipo de situaciones tanto alegres como tristes y así hacer en mí su voluntad para entregar un mundo mejor a mis predecesores.

AGRADECIMIENTO

A mi gran familia en especial a mi padre y madre que siempre estuvieron presentes incondicionalmente e incansablemente conmigo para que pueda lograr mis metas de la mano con los valores y principios para ser un profesional de bien al servicio de los demás. A la Empresa Pública Flota Petrolera del Ecuador por brindarme su ayuda y por último a mis amigos que siempre me enseñaron el valor de la amistad con su sencillez y humildad.

ÍNDICE GENERAL

1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. OBJETIVOS.....	3
2.1 Objetivo General.....	3
2.2 Objetivos Específicos.....	3
3. ANTECEDENTES.....	4
4. MATERIALES Y MÉTODOS.....	8
4.1 Metodología.....	8
4.2 Área de Estudio.....	8
4.2.1 Aspecto Biológico.....	10
4.2.2 Terminal Marítimo.....	10
4.3 Análisis y Estudio.....	11
4.3.2 Técnica e instrumentación utilizadas.....	13
4.3.3 Análisis de laboratorio.....	13
4.4 Análisis Estadístico.....	14
4.4.1 Descripción del coeficiente de correlación.....	15
5. RESULTADOS.....	16
5.1 Análisis Físico - Químico.....	16
5.1.1 Presencia de Metales Pesados.....	22
5.2 Análisis Biológico.....	23
5.2.1 Primer muestreo en época Invernal sin presencia de buque (A).....	23
5.2.2 Segundo muestreo en época de verano sin presencia de buque (B)....	28
5.2.3 Tercer muestreo en época invernal con presencia de buque (C).....	32
5.2.4 Cuarto muestre en época de verano con presencia de buque (D).....	37
5.3. Análisis del coeficiente de correlación del Fitoplancton.....	42
6. DISCUSIÓN.....	53
7. CONCLUSIONES.....	58
8. RECOMENDACIONES.....	59
9. BIBLIOGRAFÍA.....	61
10. ANEXOS.....	63
ANEXO 1: INFORME DE MONITOREO DE MUESTRAS DE ESPECIES DE FITOPLANCTON.....	63
ANEXO 2: ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE CORRELACIÓN SOBRE LAS MUESTRAS, PRESENCIA DE BUQUES VS. DENSIDAD POBLACIONAL DE ESPECIES DE FITOPLANCTON.....	68
ANEXO 3: FOTOGRAFÍAS RELEVANTES.....	79

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1: TERMINAL MARÍTIMO MONTEVERDE, PENÍNSULA DE SANTA ELENA	9
FIGURA 2: UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LAS ESTACIONES EN EL SECTOR DE MONTEVERDE	12
FIGURA 3: VARIABILIDAD DE LA TEMPERATURA SUPERFICIAL DEL TERMINAL MARÍTIMO DE MONTEVERDE, PROVINCIA DE SANTA ELENA.....	18
FIGURA 4: VARIABILIDAD DE LA SALINIDAD SUPERFICIAL DEL TERMINAL MARÍTIMO DE MONTEVERDE, PROVINCIA DE SANTA ELENA.	19
FIGURA 5: VARIABILIDAD DEL POTENCIAL DE HIDRÓGENO SUPERFICIAL DEL TERMINAL MARÍTIMO DE MONTEVERDE, PROVINCIA DE SANTA ELENA.	20
FIGURA 6: VARIABILIDAD DEL OXÍGENO DISUELTUO SUPERFICIAL DEL TERMINAL MARÍTIMO DE MONTEVERDE, PROVINCIA DE SANTA ELENA.	21
FIGURA 8: DISTRIBUCIÓN SUPERFICIAL DE LA ESTACIÓN 2 DEL MUESTREO 1 DEL TERMINAL MARÍTIMO DE MONTEVERDE.	25
FIGURA 9: DISTRIBUCIÓN SUPERFICIAL DE LA ESTACIÓN 3 DEL MUESTREO 1 DEL TERMINAL MARÍTIMO DE MONTEVERDE.	26
FIGURA 10: DISTRIBUCIÓN SUPERFICIAL DE LA ESTACIÓN 4 DEL MUESTREO 1 DEL TERMINAL MARÍTIMO DE MONTEVERDE.	27
FIGURA 11: DISTRIBUCIÓN SUPERFICIAL DE LA ESTACIÓN 5 DEL MUESTREO 1 DEL TERMINAL MARÍTIMO DE MONTEVERDE.	28
FIGURA 12: DISTRIBUCIÓN SUPERFICIAL DE LA ESTACIÓN 1 DEL MUESTREO 2 DEL TERMINAL MARÍTIMO DE MONTEVERDE.	29
FIGURA 13: DISTRIBUCIÓN SUPERFICIAL DE LA ESTACIÓN 2 DEL MUESTREO 2 DEL TERMINAL MARÍTIMO DE MONTEVERDE.	29
FIGURA 14: DISTRIBUCIÓN SUPERFICIAL DE LA ESTACIÓN 3 DEL MUESTREO 2 DEL TERMINAL MARÍTIMO DE MONTEVERDE.	30
FIGURA 15: DISTRIBUCIÓN SUPERFICIAL DE LA ESTACIÓN 4 DEL MUESTREO 2 DEL TERMINAL MARÍTIMO DE MONTEVERDE.	31
FIGURA 16: DISTRIBUCIÓN SUPERFICIAL DE LA ESTACIÓN 5 DEL MUESTREO 2 DEL TERMINAL MARÍTIMO DE MONTEVERDE.	32
FIGURA 18: DISTRIBUCIÓN SUPERFICIAL DE LA ESTACIÓN 2 DEL MUESTREO 3 DEL TERMINAL MARÍTIMO DE MONTEVERDE.	33

FIGURA 19: DISTRIBUCIÓN SUPERFICIAL DE LA ESTACIÓN 3 DEL MUESTREO 3 DEL TERMINAL MARÍTIMO DE MONTEVERDE.	34
FIGURA 20: DISTRIBUCIÓN SUPERFICIAL DE LA ESTACIÓN 4 DEL MUESTREO 3 DEL TERMINAL MARÍTIMO DE MONTEVERDE.	35
FIGURA 21: DISTRIBUCIÓN SUPERFICIAL DE LA ESTACIÓN 5 DEL MUESTREO 3 DEL TERMINAL MARÍTIMO DE MONTEVERDE.	36
FIGURA 22: DISTRIBUCIÓN SUPERFICIAL DE LA ESTACIÓN 1 DEL MUESTREO 4 DEL TERMINAL MARÍTIMO DE MONTEVERDE.	37
FIGURA 23: DISTRIBUCIÓN SUPERFICIAL DE LA ESTACIÓN 2 DEL MUESTREO 4 DEL TERMINAL MARÍTIMO DE MONTEVERDE.	38
FIGURA 24: DISTRIBUCIÓN SUPERFICIAL DE LA ESTACIÓN 3 DEL MUESTREO 4 DEL TERMINAL MARÍTIMO DE MONTEVERDE.	39
FIGURA 25: DISTRIBUCIÓN SUPERFICIAL DE LA ESTACIÓN 4 DEL MUESTREO 4 DEL TERMINAL MARÍTIMO DE MONTEVERDE.	40
FIGURA 26: DISTRIBUCIÓN SUPERFICIAL DE LA ESTACIÓN 5 DEL MUESTREO 4 DEL TERMINAL MARÍTIMO DE MONTEVERDE.	41

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1:UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LAS ESTACIONES EN COORDENADAS UTM WGS 84.....	12
TABLA 2: MÉTODOS ESTÁNDARES DE ANÁLISIS	13
TABLA 3: ANÁLISIS DE LOS PARÁMETROS FÍSICOS	17
TABLA 4: ANÁLISIS QUÍMICOS DE LOS METALES PESADOS PRESENTES	22
TABLA 5: MUESTREO 1, ESPECIES Y DENSIDAD DEL FITOPLANCTON EN EL TERMINAL MARÍTIMO DE GLP EN MONTEVERDE	23
TABLA 6: MUESTREO 2, ESPECIES Y DENSIDAD DEL FITOPLANCTON EN EL TERMINAL MARÍTIMO DE GLP EN MONTEVERDE	28
TABLA 7: MUESTREO 3, ESPECIES Y DENSIDAD DEL FITOPLANCTON EN EL TERMINAL MARÍTIMO DE GLP EN MONTEVERDE	32
TABLA 8: MUESTREO 4, ESPECIES Y DENSIDAD DEL FITOPLANCTON EN EL TERMINAL MARÍTIMO DE GLP EN MONTEVERDE	37
TABLA 9: CORRELACIÓN <i>CHAETOCEROS COARCTATUS</i>	43
TABLA 10: CORRELACIÓN <i>CHAETOCEROS EIBENU</i>	44
TABLA 11: CORRELACIÓN <i>LAUDERIA BOREALIS</i>	45
TABLA 12: CORRELACIÓN <i>RHIZOSOLENIA IMBRICATA</i>	46
TABLA 13: CORRELACIÓN <i>STAURONEIS MEMBRANECEA</i>	47
TABLA 14: CORRELACIÓN <i>STEPHANOPYXIS PALMERIANA</i>	48
TABLA 15: CORRELACIÓN <i>CERATIUM FURCA</i>	49
TABLA 16: CORRELACIÓN <i>CERATIUM TRIPOS</i>	50
TABLA 17: CORRELACIÓN <i>PROTOPERIDINIUM QUARNERENSE</i>	51
TABLA 18: CORRELACIÓN <i>PYROPHACUS STEINII</i>	52

RESUMEN

La presente investigación detalla el análisis del impacto del atraque de buques en el Terminal Marítimo de Gas Licuado de Petróleo en Monteverde, Península de Santa Elena, sobre las especies del fitoplancton en la zona marítima correspondiente. Para desarrollar esta investigación se realizaron cuatro muestreos en cinco estaciones semestralmente en los años 2013 y 2014, tanto en época seca como en época lluviosa.

Dentro de los análisis de metales pesados (Bario, Cromo, Plomo y Vanadio) se descubrió que sus concentraciones no generan ningún tipo de preocupación ya que estos mantienen valores menores a los límites máximos permisibles y por ende no existe contaminación.

Con respecto a la comunidad fitoplanctónica se determinó que la tercera estación del segundo muestreo en la época seca se presenta la mayor diversidad con 33 especies, mientras que la mayor abundancia de especies se encontró en la primera estación del segundo muestreo.

Las Diatomeas fueron las más abundantes, en el primer muestreo, pero los Dinoflagelados tuvieron mayor presencia. Se evidencia la dominancia de la *Ceratium furca* en el primer muestreo con 1.881 cel/m³, la *Rhizosolenia imbricata* en el segundo muestreo con 32.240 cel/m³, *Chaetoceros affinis* en el tercer muestreo con 3354 cel/m³, *Nitzchia longissima* en el cuarto muestreo con 13.900 cel/m³. La dominancia de la especie *Chaetoceros affinnis*, *R. imbricata*, *Leptocylindricus danicus* y la *Rhizosolenia hebetata* en la época seca indican que las aguas frías que se encuentran alrededor del terminal son consideradas de carácter normal.

Se presenta, además, el análisis estadístico de correlación determinando que el grado de afectación de la densidad poblacional del fitoplancton por el atraque de buques, evidenciando que de las 10 especies predominantes analizadas, la *Rhizosolenia imbricata*, *Stauroneis membranea* y *Protoperidinium quarnerense* muestran un ligero impacto negativo ocurrido en la época de verano. El resto de las especies, siendo la mayoría, presentan un impacto positivo en su densidad poblacional. Por lo cual se puede afirmar que los

buques generan una leve eutrofización producto de las operaciones de los buques.

Palabras claves: Atraque, Eutrofización, Fitoplancton, Gas Licuado de Petróleo.

SUMMARY

This research details the impact by the analysis from berthing of the ships in the Maritime Terminal of Liquefied Petroleum Gas in Monteverde, Santa Elena's Peninsula, on the species of phytoplankton in the relevant sea area. For the same five monitoring took place in four seasons; twice in 2013 and 2014, both in the dry season and rainy season, during the activities of vessels in the terminal.

Within the analysis of heavy metals (Barium, Chromium, Lead and Vanadium) it was discovered that their concentrations do not generate any concern as these values remain under the maximum permissible limits and therefore no contamination.

Regarding the phytoplankton community it was determined that the third second monitoring station has the highest diversity with 33 species, while the highest abundance of species was found in the first season of the second monitoring.

Diatoms were the most abundant except in the first monitoring where Dinoflagellate exerted greater presence. The dominance of the *Ceratium furca* is evident in the first monitor with 1.881 cells/m³, the *Rhizosolenia imbricata* in the second monitoring with 32.240 cells/m³, *Chaetoceros affinis* in the third monitoring with 3354 cells/m³, *Nitzschia longissima* in the fourth monitoring with 13.900 cells/m³. The dominance of the species *Chaetoceros affinis*, *R. imbricata*, *Leptocylindrus danicus* and *Rhizosolenia hebetata* in the dry season indicate that the cold waters that surround the terminal are considered normal character.

It comes also the statistical correlation analysis determining the degree of involvement of the population density of phytoplankton by the mooring of vessels, showing that the 10 species analysed, the *Rhizosolenia imbricata*,

Stauroneis membranacea and *Protoperdinium quarnerense* showed a slight negative impact that only happened in the summer time. The other species, the majority, have a positive impact on their population density. Therefore we can say that ships generate a slight eutrophication by some type of specific nutrient product of ship operation spreads but for another are affected.

Keywords: Berth, Eutrophication, Petroleum Liquid Gas, Phytoplankton.

1. INTRODUCCIÓN

Las instalaciones del terminal marítimo de Monteverde genera un impacto producto de los atraque de los buques, por lo que representan una considerable injerencia hacia el recurso marino en especial a los microorganismos más abundantes también conocidos como fitoplancton. Pero además indirectamente este afecta a las comunidades cercanas que subsisten a base de la pesca tradicional que se realiza a pocas millas náuticas (COVEMAR, 1982).

El fitoplancton son organismos vivos de origen vegetal que se mantienen flotando en una masa de agua de mar determinada, debido a que su capacidad natatoria no logra sobrepasar la resistencia de la inercia de las olas, corrientes y mareas. Su presencia depende del estado de la estratificación vertical de la columna de agua, corrientes marinas, salinidad, acidez y alcalinidad del agua, y de la temperatura (Henson, 2010).

El plancton habita en ecosistemas marinos, medio que representa un 70% de la superficie de la Tierra; comprendiendo una gran diversidad de hábitats y microorganismos que poseen una notable importancia biológica, ambiental, alimenticia y económica. Estos ecosistemas se localizan en su mayoría ubicados en las zonas costeras, en donde se ha determinado que contiene una abundante biomasa constituida principalmente por fitoplancton. Son la base de la red trófica, siendo microorganismos celulares marinos autótrofos; acumulan su energía por la fijación de los compuestos de carbono y permiten a los organismos heterótrofos desarrollarse según lo indicado por Chacón, M, (2012), por cual dada la importancia de la presencia y existencia del fitoplancton como recurso vital en la cadena alimenticia de los ambientes acuáticos, es necesario su permanente cuidado y control con el fin de evitar su contaminación por agentes externos.

Por el momento no se encuentran investigaciones realizadas en el país sobre la incidencia de los atraques de los buques hacia los microorganismos planctónicos. Se han efectuado dos investigaciones realizadas en las costas de Monteverde, Península de Santa Elena, la primera fue ejecutada por Tapia &

Naranjo, (2009), sobre el estudio de las comunidades del fitoplancton en Monteverde, en el cual no se determinó algún problema únicamente se la realizó con el objetivo de mantener una línea base pero en la segunda investigación realizada por ESPOL, (2009), para la complementación de el estudio de impacto ambiental del terminal y planta de almacenamiento de gas previo a su construcción, en el cual se efectuaron 26 muestreos encontrándose concentraciones de metales pesados antes de que comiencen los atraque de buques en el que se mantuvieron observaciones en los elementos plomo y cromo ya que estos estaban fuera de parámetro según lo indica la legislación ambiental nacional vigente. Pero se ha determinado que los metales pesados afectan al fitoplancton (MacIsaac & Dugdale, 1976).

De acuerdo a su taxonomía se identificaron las especies de fitoplancton presentes en el cuerpo de agua marina alrededor del terminal marítimo donde se desarrollan las actividades operacionales. Además se realizaron análisis químicos para determinar la presencia de metales pesados mediante absorción atómica (Cromo, Bario, Vanadio y Plomo) y por último para se midieron las condiciones físicas para conocer el nivel de la temperatura por medio de un termómetro con corrección, el oxígeno disuelto, la salinidad con un potenciómetro y el pH con medidor. Para correlacionar el grado de dependencia de la densidad poblacional y el atraque de buques se aplico el índice de correlación.

Esta investigación tiene un aporte investigativo de carácter útil para la instituciones que se encargan de conocer la calidad de el recurso marino como el Ministerio de Ambiente, Instituto nacional de pesca, Ministerio de agricultura ganadería acuacultura y pesca, Dirección nacional de espacios acuáticos, y demás, con el objeto controlar a fin de corregir la afectación a este ecosistema que es de gran importancia y así cumplir con los convenios internacionales firmados como el acuerdo latinoamericano de Viña del mar en 1992; ya que este acuerdo contiene una gran importancia por considerar el cuidado ambiental mediante el compromiso de los estados en el cual aseguran implementar y coordinar medidas de control para que barcos extranjeros que están en constante viaje eviten la contaminación de las aguas y puertos de la

región así como también acogerse a las normas internacionales marítimas (Convenio Latinoamericano, 1992).

En las últimas décadas, el estado ecuatoriano ha implementado numerosas medidas, entre convenios e inscripciones a sistemas armonizados internacionales, como generación de normativas ambientales para contribuir en la conservación del recurso marino en el país.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo General

Identificar la densidad poblacional del fitoplancton mediante la caracterización taxonómica de especies y familias en conjunto con parámetros fisicoquímicos para determinar las variaciones generadas por las actividades operativas del Terminal Marítimo de Monteverde desde el mes de abril del 2013 hasta diciembre del 2014 en la Provincia de Santa Elena.

2.2 Objetivos Específicos

- Determinar la presencia de metales pesados donde se desarrollan las actividades operacionales del terminal marítimo.
- Identificar las especies fitoplanctónicas que se encuentran presente en el cuerpo de agua marino que se encuentra alrededor del Terminal.
- Establecer los parámetros físico, químicos (con énfasis en metales pesados) de las muestras aguas en estudio.
- Diagnosticar la alteración de la densidad poblacional del fitoplancton en presencia y ausencia de buques en el terminal marítimo.

3. ANTECEDENTES

Ecuador posee un Terminal Marítimo en las costas de Monteverde en la Provincia de Santa Elena destinado a la recepción y almacenamiento de gas licuado de petróleo en el que mantiene una plataforma marítima de acceso. Este terminal marítimo se encuentra en una zona nerítica, comprendida por ecosistemas marinos (ESPOL, 2009).

Los ecosistemas costeros engloban una macro biomasa contenida por una gran diversidad de especies; específicamente microorganismos autótrofos (fitoplancton), cuyos recursos están concentrados cerca de la zona costera donde se encuentra asentada la población humana. Por consiguiente, estos ecosistemas están siendo deteriorados a causa de sus descargas provenientes de tratamientos de aguas domésticas, pesca, eventos naturales, transporte naviero, entre otros, presentando algunos impactos en el medio acuático. Uno de ellos, es la calidad del medio, afectando su dinámica y biodiversidad. En la actualidad, muchas entidades gubernamentales internacionales contribuyen con medidas para su control y conservación (Torres, y otros, 2004).

Años atrás ciertas instituciones realizaron investigaciones para determinar la calidad del agua de mar cercana a la zona de Monteverde como la extinta DIGMER que realizó un estudio en 1987 a 1988 en el área comprendida desde Monteverde hasta Salinas monitoreada desde Enero hasta Mayo en época húmeda; existían rangos de temperatura, salinidad, acorde a la zona y época, detectando un incremento de Oxígeno Disuelto en el mes de Mayo debido a las aguas agitadas y los vientos fuertes (DIGMER, 1988).

Además el INOCAR realizó también el estudio de línea de la base ambiental, requerido para la construcción de un terminal marítimo en Monteverde, en los parámetro de calidad de agua y sedimentos el mencionado estudio refiere que: “No existe vestigio de contaminación térmica, la presencia de salinidades son propias de aguas marinas, la oxigenación de las aguas fue buena, por encima de los niveles permisibles establecido en la legislación ecuatoriana, por tanto a las aguas la capacidad de sostenimiento de una saludable vida acuática. No existió contaminación de microorganismos patógenos. Se determinó que la marea, (flujo y reflujo) no influye sobre la concentración de los diferentes

parámetros analizados, excepción hecha a los hidrocarburos del petróleo disueltos y disperso que presentaron las más altas concentraciones en aguas de reflujos” (Tapia & Naranjo, 2009).

Por último la Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL) en el 2009 presentó una investigación sobre el área del terminal, previo a su construcción, de ciertos parámetros físicos; entre ellos se constó que la temperatura media del aire de la zona costera es de 23,6°C, fluctuando entre 25,2° durante febrero y marzo en la temporada de invierno, y 21,3°C en agosto y septiembre en la temporada de verano. Aunque, en el área se presentan temperaturas absolutas máximas de 35° C en la temporada de invierno y mínimas de 17,0°C en la temporada de verano o fría. Además, mediciones de corrientes en la zona de Monteverde, en la cual se detectó una predilección uniforme para ambos estados de marea hacia el noreste, tanto a nivel superficial como subsuperficial, concluyendo que las mismas están mayormente influenciadas por la acción del viento. El aporte de la acción de las mareas es mínimo, no se descarta la acción de topografía submarina así como también la acción de las corrientes oceánicas (ESPOL, 2009).

En razón de la operación de un terminal marítimo de GLP en Monteverde se conoce que las actividades operativas de estos terminales comprenden maniobras de atraque, permanencia y desatraque de buques. Estas, generan impactos ambientales negativos sobre los diversos ecosistemas costeros marítimos incluyendo su flora.

Por lo cual las posibles consecuencias al realizar este tipo de actividades son las siguientes:

- Riesgo de introducción de especies acuáticas alóctonas y agentes patógenos por la vía de las aguas de lastre o también adheridas en las incrustaciones de los cascos de las embarcaciones.
- Re suspensión de sedimentos marinos finos superficiales que contienen todo tipo de sustancias tóxicas acumuladas desde hidrocarburos, metales pesados etc., debido a la acción de rotación de las aspas de la turbina del buque cuando este se acerca al muelle y que subsecuentemente afecta la turbidez y calidad del agua marina.

- Contaminación de la calidad del agua por derrames al suministrar combustible al buque.
- Contaminación y alteración a la calidad del agua al descargar aguas residuales no tratadas de los buques.
- Contaminación y alteración a la calidad del agua al eliminar aguas al descargar aguas de sentina no tratadas (O.M.I., 1983).

Los riesgos de contaminación asociados a las operaciones de los buques pueden mantener una relación sobre los organismos fitoplanctónicos ya que se han descrito efectos sobre el desarrollo de la población y fotosíntesis que indican en general que las algas son tan sensibles a los contaminantes como animales. El crecimiento y la fotosíntesis están estrechamente relacionados ya que para su función necesitan de la luz y nutrientes. El investigador Dugdale, (1975) describe que el crecimiento de una población de algas es proporcional a los efectos de la luz en la fotosíntesis además Ryther, (1956) y Yentsch, C.S, (1974), indica que la concentración de nutrientes y la tasa específica máxima de crecimiento también son proporcionales y además que los contaminantes pueden afectar a la relación entre la tasa de crecimiento y cada una de estas variables. Por ejemplo, si un efluente industrial es de color o contiene sólidos en suspensión, la luz se puede filtrar o ser absorbida por ella, resultando en una tasa de crecimiento reducida. Los investigadores Maclsaac & Dugdale, (1976) demostraron que la reducción de la luz también reduce la absorción de amoníaco y nitrato por el fitoplancton marino. Algunos productos químicos interfieren con la reacción de la fotosíntesis. La reacción de Hill es una transferencia dependiente de la luz de electrones de agua de la célula de la nicotinamida adenina dinucleotido fosfato (NADP) y es inhibida por compuestos tales como triazinas, ureas, carbamatos, y acilanilidas. Por lo tanto los contaminantes químicos también pueden bloquear el efecto de la luz sobre el mecanismo fotosintético e inhibir el crecimiento. El investigador Overnell, (1975) mostró que la evolución de oxígeno inducida por la luz de agua dulce *Chlamydomonas reinhardtii* era muy sensible al cadmio, el metilmercurio, y el plomo. También Moore (1973) encontró que los compuestos organoclorados reducen la utilización de bicarbonato por el fitoplancton de estuario.

Por tal motivo dicho estudio está enfocado en verificar si las operaciones de atraques de buques en el terminal marítimo de Monteverde afecta a la densidad poblacional del fitoplancton mediante la alteración de la calidad del agua de mar mediante el muestreo de parámetros fisicoquímicos.

4. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 Metodología

De acuerdo con el método de investigación, la presente investigación fue de tipo descriptiva, pues se enfocó como un estudio aplicado en campo, considerando el grado de afectación de la densidad poblacional del fitoplancton durante las actividades operacionales del Terminal Marítimo de Monteverde en la Provincia de Santa Elena.

Del mismo modo, los datos o temas afines, fueron obtenidos a través de selección de información bibliográfica existente. Se describen las técnicas y el instrumento utilizado para recolectar la información de campo pertinente, la cual se analizó a través del procedimiento de tabulación y tratamiento estadístico respectivo.

4.2 Área de Estudio

El área de estudio se desarrolló en la franja marino costera constituida en el sector adyacente a los terrenos que posee el terminal marítimo de recepción de gas en las cercanías de la población de Monteverde, Península de Santa Elena (figura 1).

La posición geográfica del área de estudio está situada en el margen más prominente de América del sur (Pacífico este); se encuentra al sur del Frente Ecuatorial y al norte del Golfo de Guayaquil. Está influenciada por las condiciones climáticas de la corriente fría de Humboldt, la corriente cálida del Niño, y los desplazamientos de la zona de convergencia intertropical. Durante los meses de Enero a Abril, la corriente cálida del Niño se traslada desde Panamá hacia el Sur a lo largo de la franja costera ecuatoriana, y en las proximidades de la Península de Santa Elena recibe la influencia de la corriente de Humboldt, generándose una corriente de aire húmedo que al trasladarse dentro del continente disipa su humedad, especialmente por la geomorfología de las elevaciones montañosas que forman la cordillera de Chongón Colonche (ESPOL, 2009).

La superficie plana de los depósitos de playa localmente están interrumpidos por una ligera barrera que bisecta el sector; limitando al área urbana de Monteverde de las piscinas de evaporación, las misma que fueron instaladas para la explotación de sal (EIA, ESPOL, Terminal marítimo y Planta de almacenamiento de GLP, 2009).

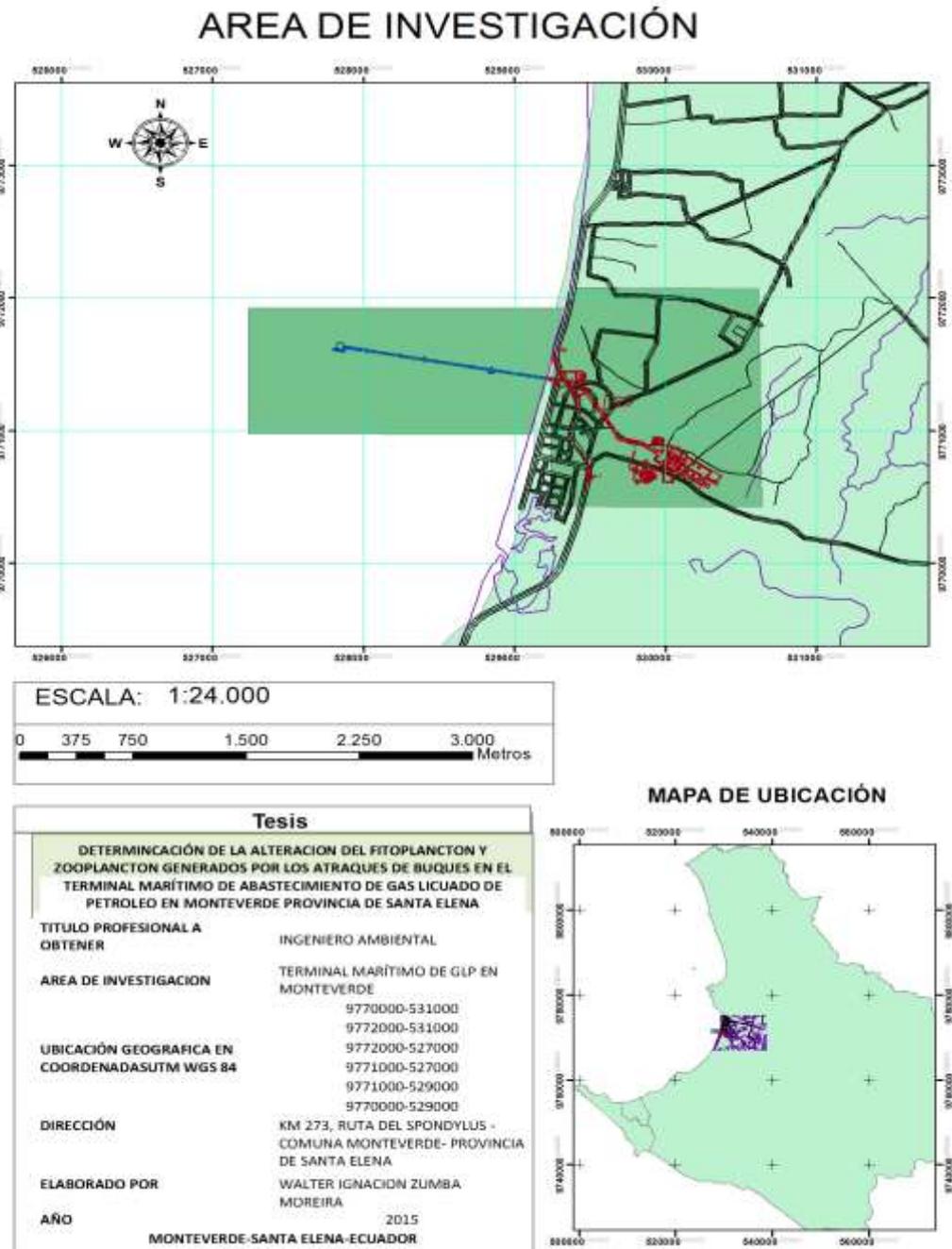


Figura 1: Terminal Marítimo Monteverde, Península de Santa Elena

4.2.1 Aspecto Biológico

Fitoplancton

El fitoplancton es la comunidad de microorganismos, en su mayoría fotosintéticos, que viven suspendidos en la masa de agua. (Thurman, H. V, 1997)

Características: Forman parte de este grupo muchos seres tradicionalmente considerados algas y estudiados como tal por la botánica y ficología. Actualmente, estos organismos se encuentran clasificados como bacterias o protistas (Thurman, H. V, 1997).

Distribución ecuatorial: Las mayores concentraciones de fitoplancton y las mayores concentraciones celulares se localizaron al Sur del Frente Ecuatorial, decreciendo las concentraciones fitoplanctónica hacia el noreste (Jiménez & Bonilla, 1980).

Concentración: Las mayores concentraciones se localizan en la parte oceánica entre los estratos de 10 a 20 m de profundidad (Jiménez & Bonilla, 1980)

Función: Productores primarios de la cadena trófica e indicadores biológicos.

Taxonomía

División: BACILLARIOPHYTA

Clase: DIATOMOPHYCEAE

Orden: CENTRALES, PENNALES,

División: (Pirrophytas) DINOFLAGELADOS y DIATOMEAS

4.2.2 Terminal Marítimo

El terminal marítimo tiene aproximadamente 1.200 m de longitud para recepción de butano y propano en estado criogénico/refrigerada con estructuras aisladas que sirven para dar apoyo lateral y amarre a los buques más conocidos como Duques de Alba para poder recibir buques de hasta 75.000 toneladas en peso muerto, mantiene líneas de descarga de longitud aproximada de 2.8 km. Este muelle contiene edificios administrativos, servicios portuarios como agua, energía eléctrica, teléfono, etc. Las actividades operativas del terminal es la descarga de propano y butano mediante un brazo hidráulico. También se ejecutan varias actividades mientras el navío se

encuentra atracado en el muelle, en las cuales se encuentra la suministración de energía eléctrica, agua potable, recepción de aguas sentinas, recepción de aguas residuales, recepción de desechos sólidos (ESPOL, 2009).

4.3 Análisis y Estudio

El periodo de estudio comprendió desde el inicio de las operaciones del Terminal Marítimo, en abril del 2013 hasta diciembre del 2014.

Con el fin de evaluar el estado de los microorganismos fitoplanctónicos en la presencia y ausencia de buques se procedió a monitorear la zona, ubicada en el km 273, Ruta del Spondylus, comuna Monteverde, provincia de Santa Elena. En ella se designó un área de estudio circundante del terminal; escogiendo cinco estaciones para la recolección de muestras, las mismas que se encuentran distribuidas de la siguiente forma:

- Estación 1: A 500 m frente al muelle de Atunera Monteverde.
- Estación 2: A 1000 m frente al muelle de Atunera de Monteverde
- Estación 3: Bajo la plataforma del Terminal
- Estación 4: A 500 m frente a la Planta Pacoa
- Estación 5: Desembocadura del Rio Játiva



Figura 2: Ubicación geográfica de las estaciones en el sector de Monteverde

Tabla 1: Ubicación geográfica de las estaciones en Coordenadas UTM WGS 84	
Estación	Terminal Marítimo de GLP en Monteverde
E1	9772906 - 528911
E2	9772973 - 528074
E3	9771506 – 528570
E4	9770661 – 528200
E5	9774719 – 528725

4.3.2 Técnica e instrumentación utilizadas

La toma de muestras del fitoplancton se realizó mediante un arrastre superficial, durante 5 minutos a 2 nudos de velocidad, con una red cónica simple de 50 micras de porosidad. Las muestras fueron preservadas con formol al 5% neutralizado con tetraborato de sodio (bórax), y también se tomo muestras de agua realizadas por personal especializado de un laboratorio certificado por la SAE con el objeto de que estas muestras de agua sean posteriormente analizadas para determinar la cantidad de salinidad, oxígeno disuelto, pH, cromo, plomo, bario y vanadio. La temperatura también fue medida pero a diferencia del resto de parámetros esta se analizó en el momento del muestreo. La obtención de las coordenadas geográficas de las estaciones se las realizó con la ayuda de un GPS.

4.3.3 Análisis de laboratorio

Las muestras obtenidas correspondientes al fitoplancton, metales pesados, pH, salinidad y oxígeno disuelto presentes en el agua de mar se analizaron en un laboratorio acreditado por el SAE que actualmente es conocido como el Servicio de Acreditación Ecuatoriana. Este análisis se efectuó de acuerdo a los métodos y parámetros estandarizados detallados (tabla 2).

Tabla 2: Métodos estándares de análisis

Parámetros	Método de análisis
Potencial de Hidrogeno (pH)	SM 4500 H*B
Temperatura	SM 2550 B
Salinidad	SM 2520 B
Oxígeno Disuelto	SM 4500 O G
Cromo	SM 3111B
Plomo	SM 3111B
Bario	SM 3111D
Vanadio	SM 3111D

Para la identificación de las especies del fitoplancton se emplearon claves taxonómicas, en cuanto al análisis cuantitativo se utilizó el método de semina, cuyos datos fueron expresados en cel/m³, con la siguiente fórmula:

$$N = [(DV/SV) TN]/Q$$

Donde:

N = Número de individuos

DV = Volumen total diluido en m³

SV = Volumen total de la alícuota

TN = Número total de organismos del plancton en la alícuota

Q = Cantidad de agua filtrada por la red

4.4 Análisis Estadístico

Para el análisis estadístico de las especies del fitoplancton en el Terminal Marítimo de GLP en Monteverde, se utilizó el paquete estadístico Coeficiente de Correlación de Pearson y el grado de dependencia entre las variables, para determinar el impacto de los buques en los organismos.

Las dos variables a relacionar fueron la presencia de buques en la zona y la densidad poblacional de fitoplancton por metro cúbico.

Del total de 52 especies identificadas se seleccionaron las 10 especies con mayor densidad poblacional:

1. *Chaetoceros coarctatus*
2. *Chaetoceros eibenu*
3. *Lauderia borealis*
4. *Rhizosolenia imbricata*
5. *Stauroneis membranecea*
6. *Stephanopyxis palmeriana*
7. *Ceratium furca*
8. *Ceratium tripos*
9. *Protoperidinium quarnerense*
10. *Pyrophacus steinii*

4.4.1 Descripción del coeficiente de correlación.

El coeficiente de correlación lineal se expresa mediante la letra r .

$$r = \frac{\sigma_{XY}}{\sigma_X \cdot \sigma_Y}$$

Donde σ_{XY} es la covarianza de (X, Y) y σ_X y σ_Y las desviaciones típicas de las distribuciones marginales.

El valor del índice de correlación varía en el intervalo $[-1, +1]$:

- Si $r = 1$, existe una correlación positiva perfecta. El índice indica una dependencia total entre las dos variables denominada relación directa: cuando una de ellas aumenta, la otra también lo hace en proporción constante.
- Si $0 < r < 1$, existe una correlación positiva.
- Si $r = 0$, no existe relación lineal. Pero esto no necesariamente implica que las variables son independientes: pueden existir todavía relaciones no lineales entre las dos variables.
- Si $-1 < r < 0$, existe una correlación negativa.
- Si $r = -1$, existe una correlación negativa perfecta. El índice indica una dependencia total entre las dos variables llamada relación inversa: cuando una de ellas aumenta, la otra disminuye en proporción constante. (Weisstein, Eric W, 1999)

5. RESULTADOS

Los muestreos fueron realizados en los años 2013 y 2014. Durante cada año se definió estratégicamente coleccionar muestras de fitoplancton y fisicoquímicos en las épocas lluviosas (invierno) y seca (verano) respectivamente. En el sector de Monteverde se definieron cinco estaciones seleccionadas por características oceanográficas.

A continuación se presentan los análisis físico – químico, biológico y estadístico tomando en cuenta los resultados obtenidos al realizar los diversos muestreo en las estaciones establecidas.

El informe detallado de cada muestreo se presenta en el Anexo 1.

5.1 Análisis Físico - Químico

Permite conocer las condiciones ambientales y entender si estas variables pueden ser causa de alguna anomalía del medio hacia las comunidades planctónicas. En estas variables se investigó la temperatura, salinidad, pH, oxígeno disuelto y metales pesados como el cromo, plomo, bario y vanadio.

Tabla 3: Análisis de los parámetros físicos				
ESTACIÓN	MUESTREO 1	MUESTREO 2	MUESTREO 3	MUESTREO 4
TEMPERATURA (C°)				
1	27,8	24,3	26,7	26,8
2	27,2	24,1	26,1	26,5
3	29,3	23,7	26,6	27
4	28,3	24,1	26,5	28,6
5	29,1	24,1	26,5	26,3
SALINIDAD (%)				
1	32,9	34,4	34,6	31,2
2	32,6	34,8	34,1	31,3
3	32,6	34,3	34,5	31,4
4	32,5	35,2	34,4	31,5
5	32,5	34,9	34,2	31,3
POTENCIAL DE HIDROGENO				
1	6,5	8,1	6,9	8,5
2	6,5	8,1	8,1	8,6
3	6,5	8,1	7,9	8,6
4	6,5	8,1	8	8,5
5	6,5	8,1	8	8,6
OXIGENO DISUELTO (mg/l)				
1	9,4	8,06	8,06	8,14
2	9,4	8,15	8,15	8,21
3	8,2	8,26	8,26	7,87
4	8,2	8,18	8,18	8,11
5	8,9	8,14	8,14	8,31

La distribución superficial de la temperatura durante el periodo muestreado 2013 se registraron temperaturas entre 27,2 – 29,3 °C para la época lluviosa, para la época seca se registraron valores entre 23,7 y 24,3, obteniendo una mínima de 23,7 °C para la estación N°3 en el mes de octubre y una máxima de 29,3 °C para la estación N° 3 en el mes abril. Para el año 2014 se registraron temperaturas entre 26,1 – 26,7 °C para la época lluviosa, para la época seca se registraron valores entre 26,3 y 28,6, obteniendo una mínima de 26,1 °C para la estación N°2 en el mes de abril y una máxima de 28,6 °C para la estación N° 4 en el mes diciembre (figura 3).

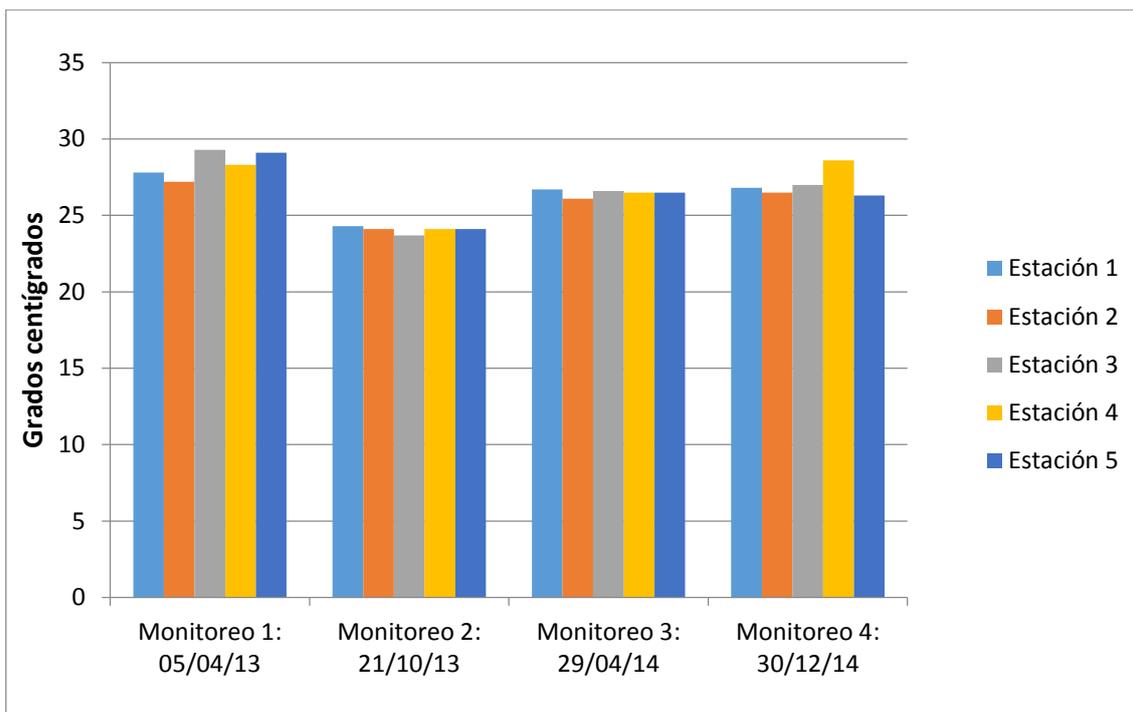


Figura 3: Variabilidad de la Temperatura Superficial del Terminal Marítimo de Monteverde, Provincia de Santa Elena.

Durante el periodo muestreado 2013 se registraron valores de salinidad entre 32,5 y 35,2 mg/l para la época lluviosa, para la época seca se registraron valores entre 34,3 y 35,2 mg/l, obteniendo una mínima de 32,5 mg/l para la estación N° 4 y 5 en el mes de abril y una máxima de 35,2 mg/l para la estación N° 4 en el mes octubre. Para el año 2014 se registraron salinidades entre 34,1 – 34,6 mg/l para la época lluviosa, para la época seca se registraron valores entre 31,2 y 31,5 mg/l, obteniendo una mínima de 31,2 mg/l para la estación N°1 en el mes de diciembre y una máxima de 34,6 mg/l para la estación N° 1 en el mes abril (figura 4).

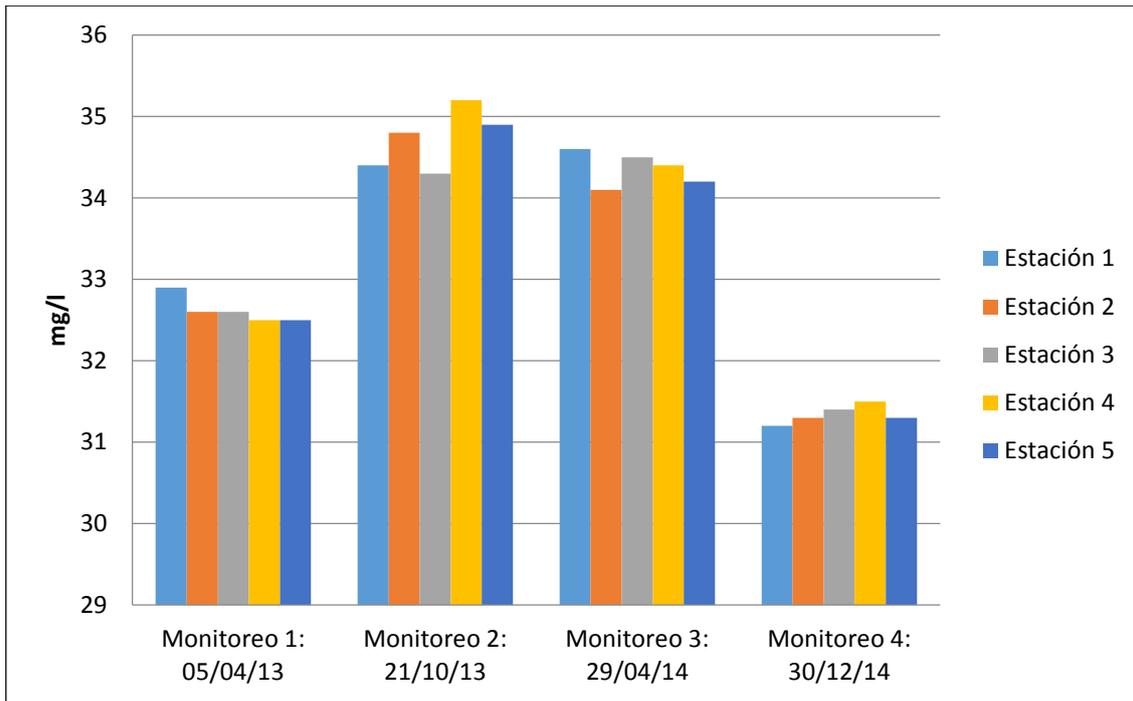


Figura 4: Variabilidad de la Salinidad Superficial del Terminal Marítimo de Monteverde, Provincia de Santa Elena.

Los parámetros de potencial de hidrogeno de agua de mar fueron dentro del periodo muestreado 2013 fue de 6,5 para la época lluviosa, para la época seca se registraron valores de 8,1, obteniendo una mínima de 6,5 para todas las estaciones de la época lluviosa y una máxima de 8,1 para todas las estaciones de la época seca. Para el año 2014 se registraron valores entre 6,9 – 8,1 para la época lluviosa, para la época seca se registraron valores entre 8,5 y 8,6, obteniendo una mínima de 6,9 para la estación N°1 en el mes de abril y una máxima de 8,6 para la estación N° 2 - 3 y 5 en el mes de diciembre (figura 5).

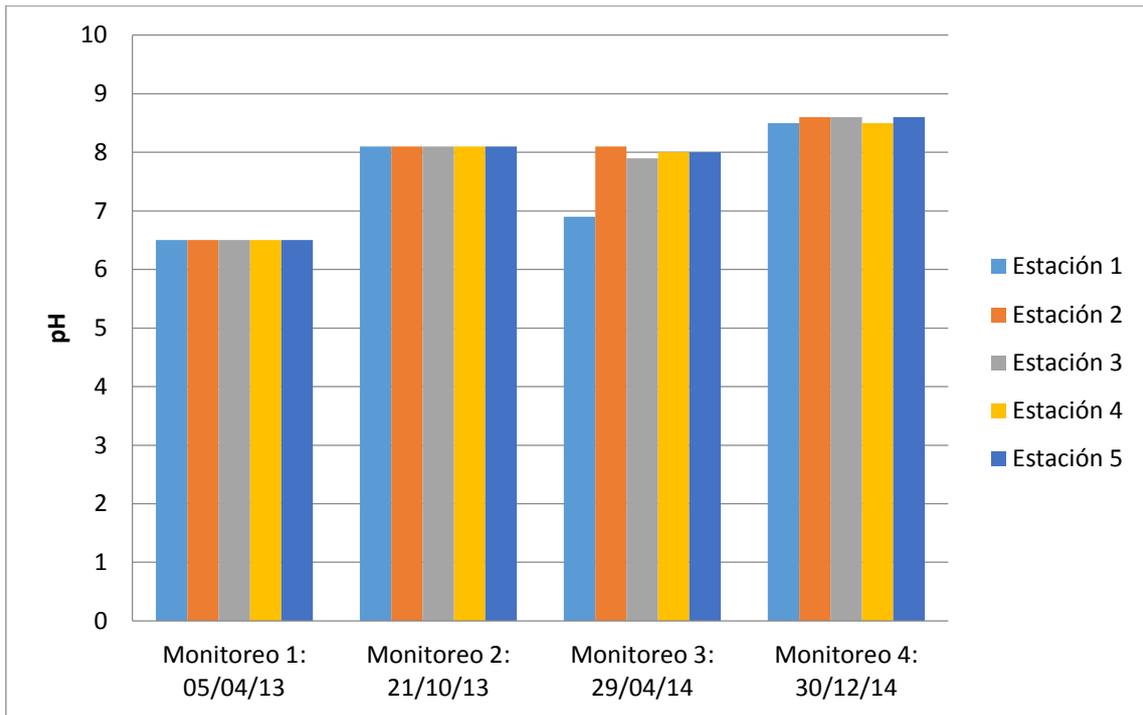


Figura 5: Variabilidad del Potencial de Hidrógeno Superficial del Terminal Marítimo de Monteverde, Provincia de Santa Elena.

El oxígeno disuelto durante el periodo muestreado 2013 se registraron valores de 8,2 – 9,4 mg/l para la época lluviosa, para la época seca se registraron valores entre 8,06 y 8,26 mg/l, obteniendo una mínima de 8,06 mg/l para la estación N° 1 en el mes de octubre y una máxima de 9,4 mg/l para la estación N° 1 y 2 en el mes abril. Para el año 2014 se registraron valores entre 8,06 – 8,26 mg/l para la época lluviosa, para la época seca se registraron valores entre 7,87 y 8,31 mg/l, obteniendo una mínima de 7,87 mg/l para la estación N°3 en el mes de diciembre y una máxima de 8,31 mg/l para la estación N° 5 en el mes diciembre (figura 6).

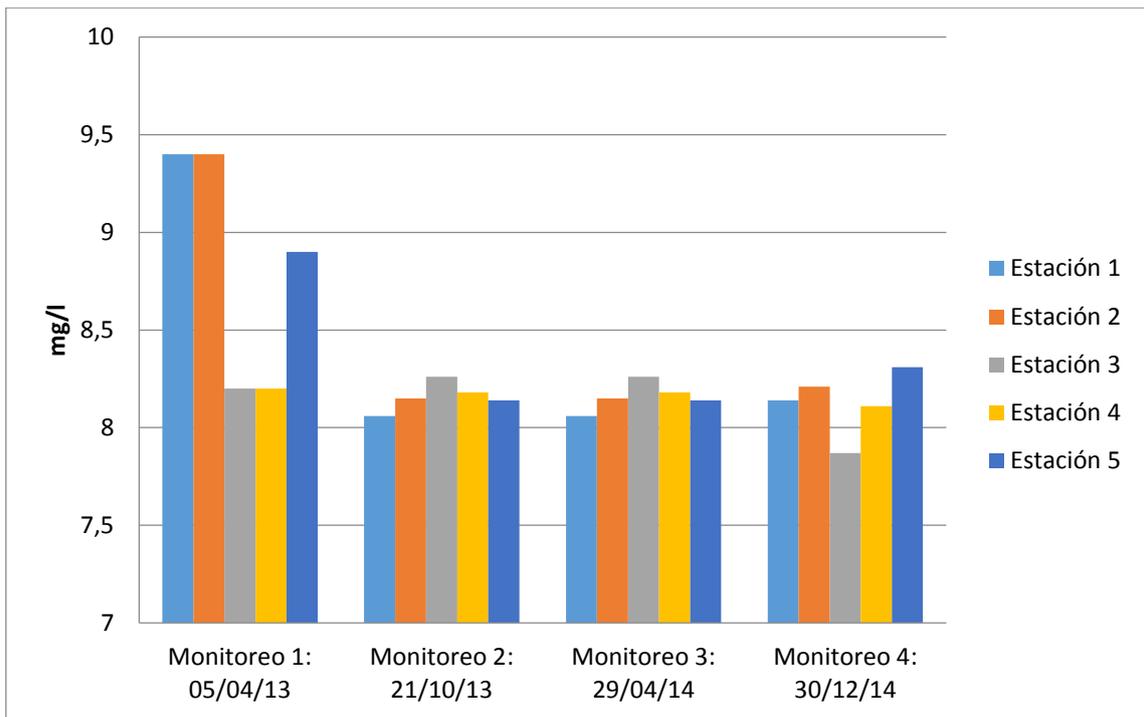


Figura 6: Variabilidad del Oxígeno Disuelto Superficial del Terminal Marítimo de Monteverde, Provincia de Santa Elena.

5.1.1 Presencia de Metales Pesados

En la tabla 4 se detallan las concentraciones de los metales pesados.

Tabla 4: Análisis químicos de los Metales Pesados presentes				
ESTACIÓN	MUESTREO 1	MUESTREO 2	MUESTREO 3	MUESTREO 4
CROMO				
1	<0,01	<0,1	<0,1	<0,1
2	<0,01	<0,1	<0,1	<0,1
3	<0,01	<0,1	<0,1	<0,1
4	<0,01	<0,1	<0,1	<0,1
5	<0,01	<0,1	<0,1	<0,1
BARIO				
1	<1	<1	<1	<1
2	<1	<1	<1	<1
3	<1	<1	<1	<1
4	<1	<1	<1	<1
5	<1	<1	<1	<1
VANADIO				
1	<0,8	<0,8	<0,8	<0,8
2	<0,8	<0,8	<0,8	<0,8
3	<0,8	<0,8	<0,8	<0,8
4	<0,8	<0,8	<0,8	<0,8
5	<0,8	<0,8	<0,8	<0,8
PLOMO				
1	<0,01	<0,2	<0,2	<0,2
2	<0,01	<0,2	<0,2	<0,2
3	<0,01	<0,2	<0,2	<0,2
4	<0,01	<0,2	<0,2	<0,2
5	<0,01	<0,2	<0,2	<0,2

Las concentraciones de cromo para los muestreos del 2013 y 2014 en todas las estaciones son <0.1 mg/l a excepción de la estación N°1 realizada en la época lluviosa que determinó un valor <0.01 mg/l (Tabla 4, Figura 7).

Para el metal Bario se encontró que en la mayoría de los muestreos y en todas las estaciones se obtuvo el valor <1 mg/l (Tabla 4).

El elemento Vanadio mantuvo un valor constante de <0.8 mg/l en las todas estaciones en los muestreos del 2013 y 2014 (Tabla 4, Figura 9).

Las concentraciones de Plomo se encontraron en la mayoría de los muestreos y en todas las estaciones se obtuvo el valor <0,2 mg/l menos en el muestreo 1 realizado en época lluviosa del 2013 que fue <0.01 mg/l (Tabla 4).

Los resultados entregados por el laboratorio nos indican que los valores encontrados son menores a los valores máximos permisibles por lo cual no se mantienen concentraciones exactas de la presencia de estos metales pesados pero se puede determinar que no existía contaminación en el momento de la toma de muestra según lo indica la legislación ambiental. De acuerdo a estudios internacionales los análisis de metales pesados deben ser expresados en ppb.

5.2 Análisis Biológico

De acuerdo al análisis biológico se identificaron un total de 52 especies de fitoplancton, conformadas por 29 especies de Diatomeas y 23 especies de Dinoflagelados.

5.2.1 Primer muestreo en época Invernal sin presencia de buque (A)

En el muestreo se identificaron 31 especies con un total de 11.704 cel/m³ (tabla 5).

Tabla 5: Muestreo 1, Especies y Densidad del Fitoplancton en el Terminal Marítimo de GLP en Monteverde			
ESTACIÓN	NÚMERO DE ESPECIES	DENSIDAD POBLACIONAL	PORCENTAJE
1	16	1210	10 %
2	16	3124	27 %
3	18	2651	22 %
4	20	2024	18 %
5	24	2695	23 %

5.2.1.1 Estación 1

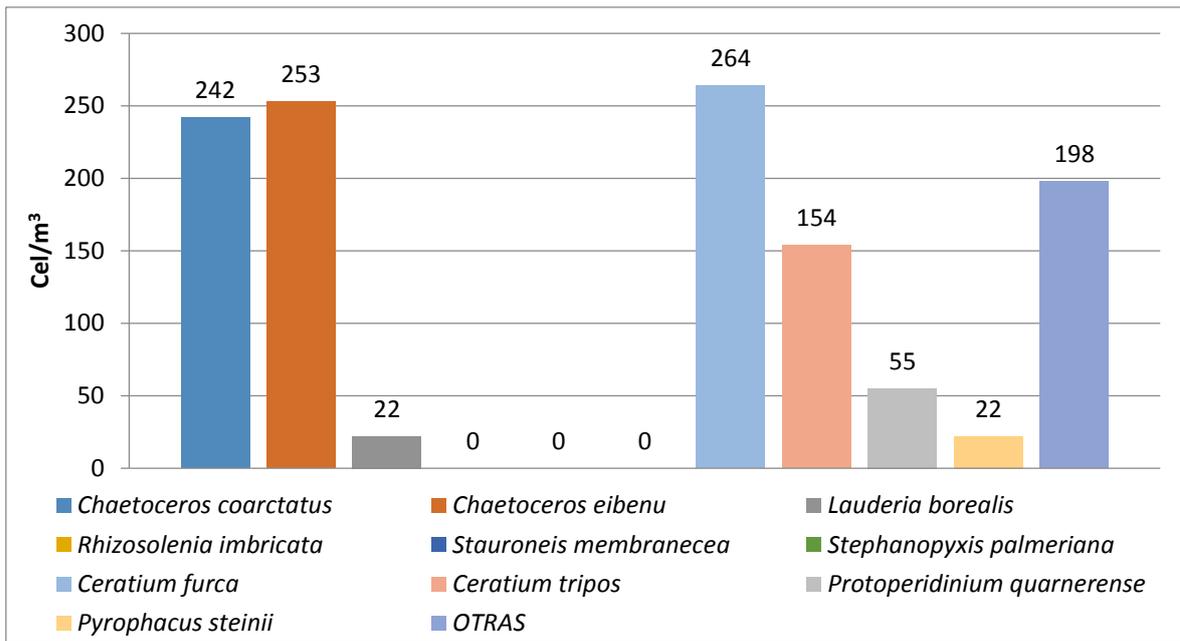


Figura 7: Distribución superficial de la especies fitoplanctónicas de la Estación 1 del muestreo 1 del Terminal Marítimo de Monteverde.

En la primera estación se identificaron 16 especies con una densidad celular de 1.210 cel/m³. Las más representativas fueron: *Ceratium furca*, seguida por *Chaetoceros eibenu*, *Chaetoceros coarctatus* y por último la *Ceratium tripos*.

5.2.1.2 Estación 2

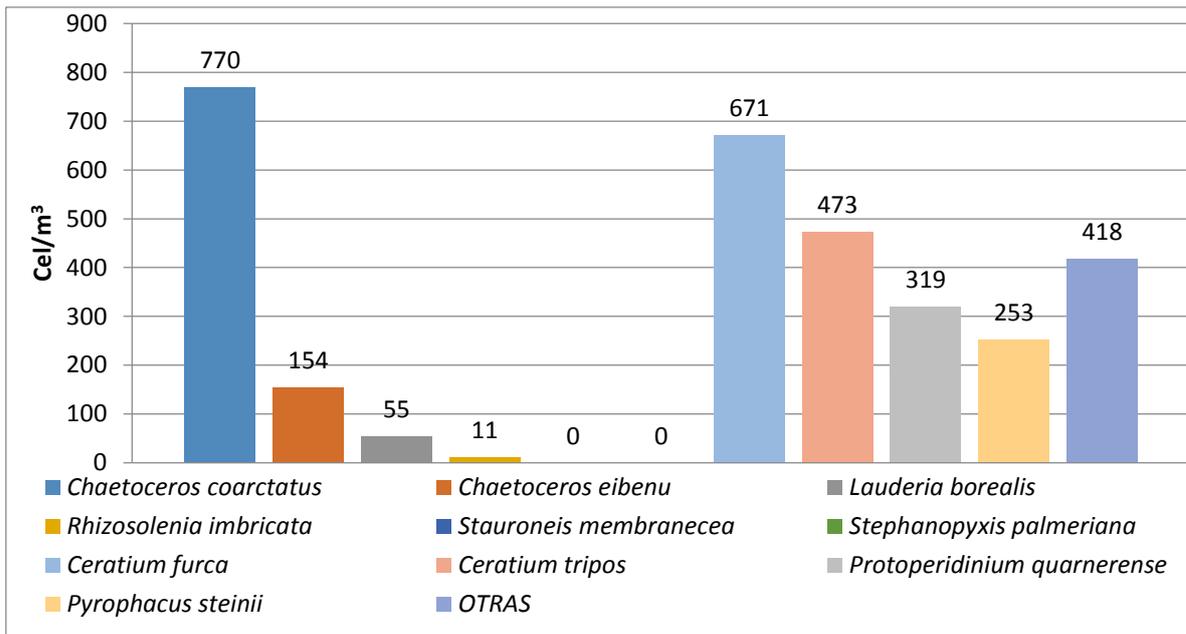


Figura 7: Distribución superficial de la Estación 2 del muestreo 1 del Terminal Marítimo de Monteverde.

En la segunda estación se identificaron 16 especies con una densidad celular de 3.124 cel/m³. Las más representativas fueron: *Chaetoceros coarctatus* seguida por *Ceratium furca* y así por la *Ceratium tripos* y por último la *Protoperidinium quarnerense*.

5.2.1.3 Estación 3

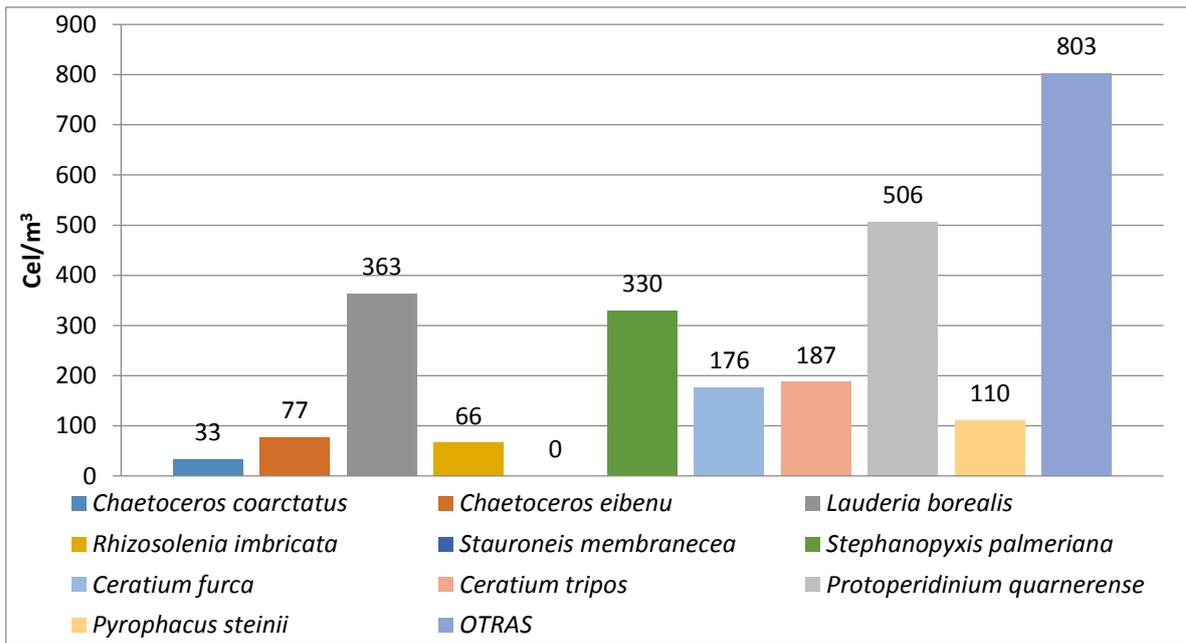


Figura 8: Distribución superficial de la Estación 3 del muestreo 1 del Terminal Marítimo de Monteverde.

En la tercera estación se identificaron 18 especies con una densidad celular de 2.651 cel/m³. Las más representativas fueron: *Protoperidinium quarnerense*, seguida por *Lauderia borealis* y así por la *Stephanopyxis palmeriana*.

5.2.1.4 Estación 4

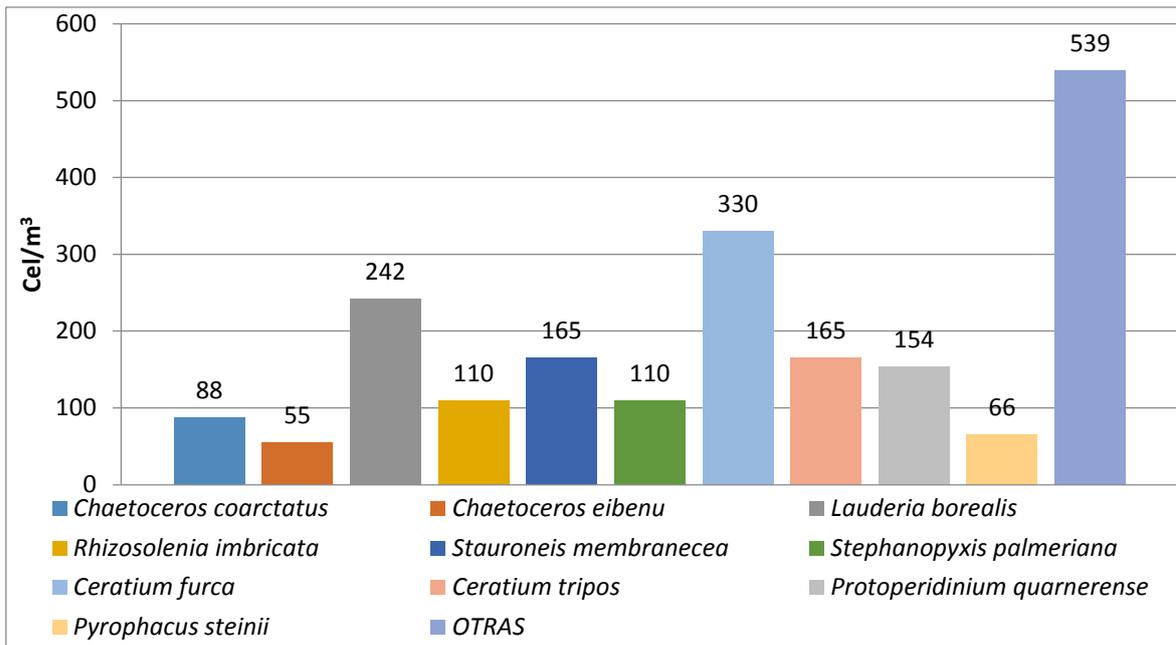


Figura 9: Distribución superficial de la Estación 4 del muestreo 1 del Terminal Marítimo de Monteverde.

En la cuarta estación se identificaron 20 especies con una densidad celular de 2.024 cel/m³. Las más representativas fueron: *Ceratium furca*, seguida por *Lauderia borealis* y así por la *Stauroneis membranecea* y por último la *Ceratium tripos*.

5.2.1.5 Estación 5

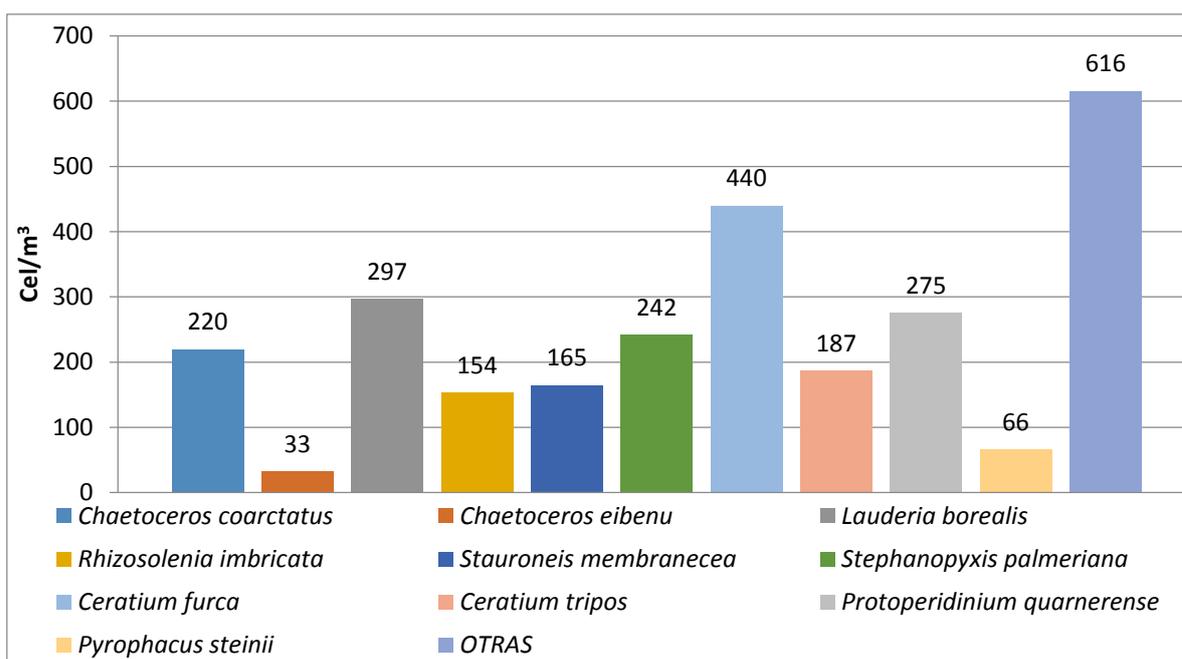


Figura 10: Distribución superficial de la Estación 5 del muestreo 1 del Terminal Marítimo de Monteverde.

En la quinta estación se identificaron 24 especies con una densidad celular de 2.695 cel/m³. Las más representativas fueron: *Ceratium furca*, seguida por *Lauderia borealis* y así por *Protoperidinium quarnerense* y por último la *Chaetoceros coarctatus*.

5.2.2 Segundo muestreo en época de verano sin presencia de buque (B)

En el muestreo se identificaron 38 especies con un total de 85.851 cel/m³ (tabla 6).

Tabla 6: Muestreo 2, Especies y Densidad del Fitoplancton en el Terminal Marítimo de GLP en Monteverde			
ESTACIÓN	NÚMERO DE ESPECIES	DENSIDAD POBLACIONAL	PORCENTAJE
1	28	20092	23 %
2	29	16355	19 %
3	32	19366	23 %
4	32	14813	17 %
5	30	15225	18 %

5.2.2.1 Estación 1

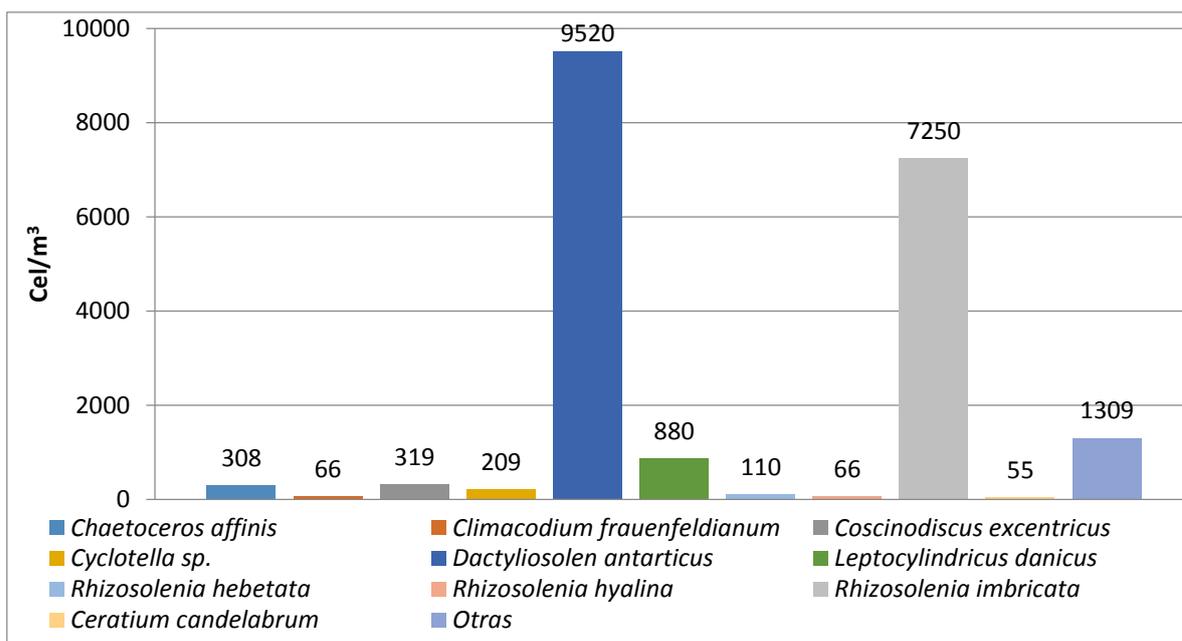


Figura 11: Distribución superficial de la Estación 1 del muestreo 2 del Terminal Marítimo de Monteverde.

En la primera estación se identificaron 28 especies con una densidad celular de 20.092 cel/m³. Las más representativas fueron: *Dactyliosolen antarcticus*, seguida por la *Rhizosolenia imbricata*, la *Leptocylindricus danicus* y por último la *Coscinodiscus excentricus*.

5.2.2.2 Estación 2

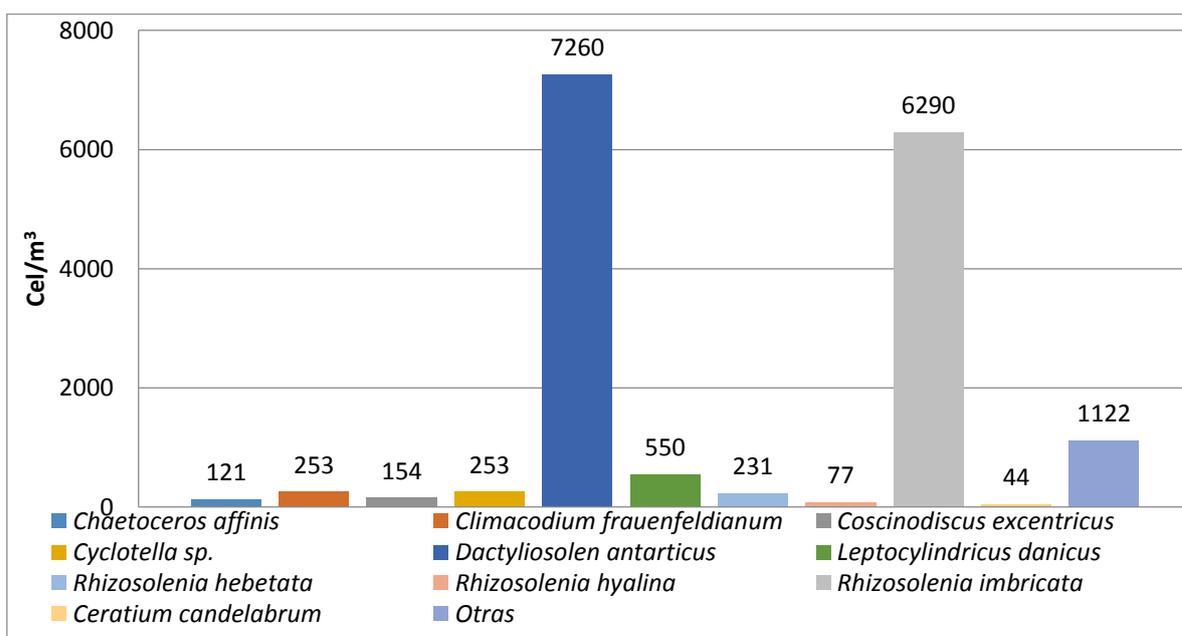


Figura 123: Distribución superficial de la Estación 2 del muestreo 2 del Terminal Marítimo de Monteverde.

En la segunda estación se identificaron 29 especies con una densidad celular de 16.355 cel/m³. Las más representativas fueron: *Dactyliosolen antarcticus*, seguida por la *Rhizosolenia imbricata*, la *Leptocylindricus danicus* y por último la *Climacodium frauenfeldianum* y *Cyclotella sp.*

5.2.2.3 Estación 3

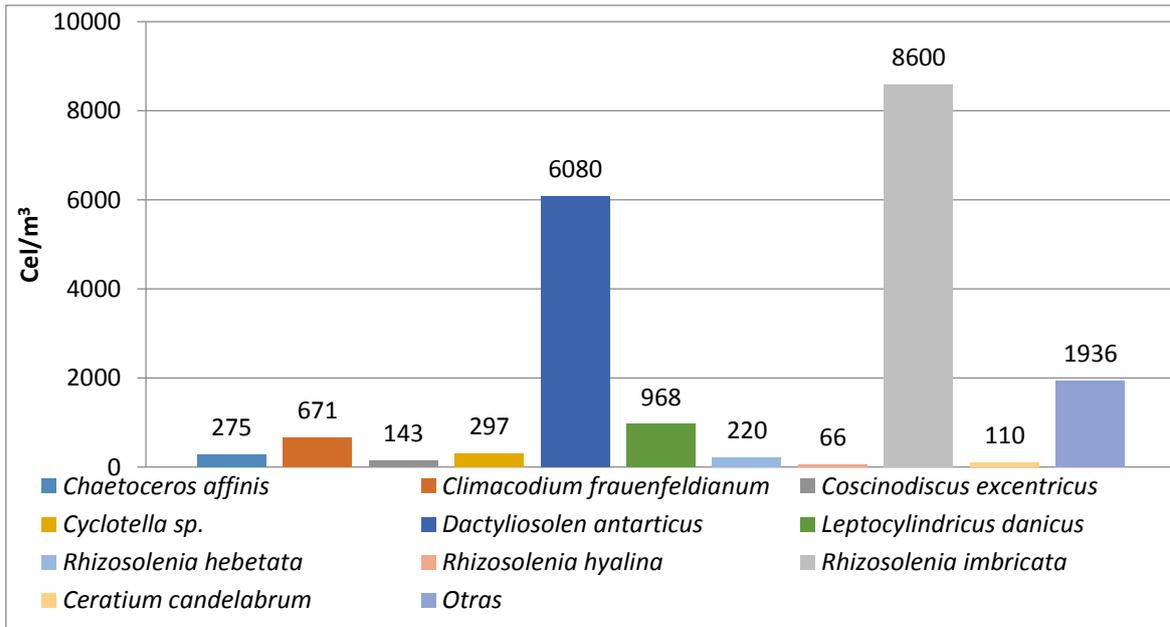


Figura 1413: Distribución superficial de la Estación 3 del muestreo 2 del Terminal Marítimo de Monteverde.

En la tercera estación se identificaron 32 especies con una densidad celular de 19.366 cel/m³. Las más representativas fueron: *Rhizosolenia imbricata*, seguida por la *Dactyliosolen antarcticus*, la *Leptocylindricus danicus* y por último la *Climacodium frauenfeldianum*.

5.2.2.4 Estación 4

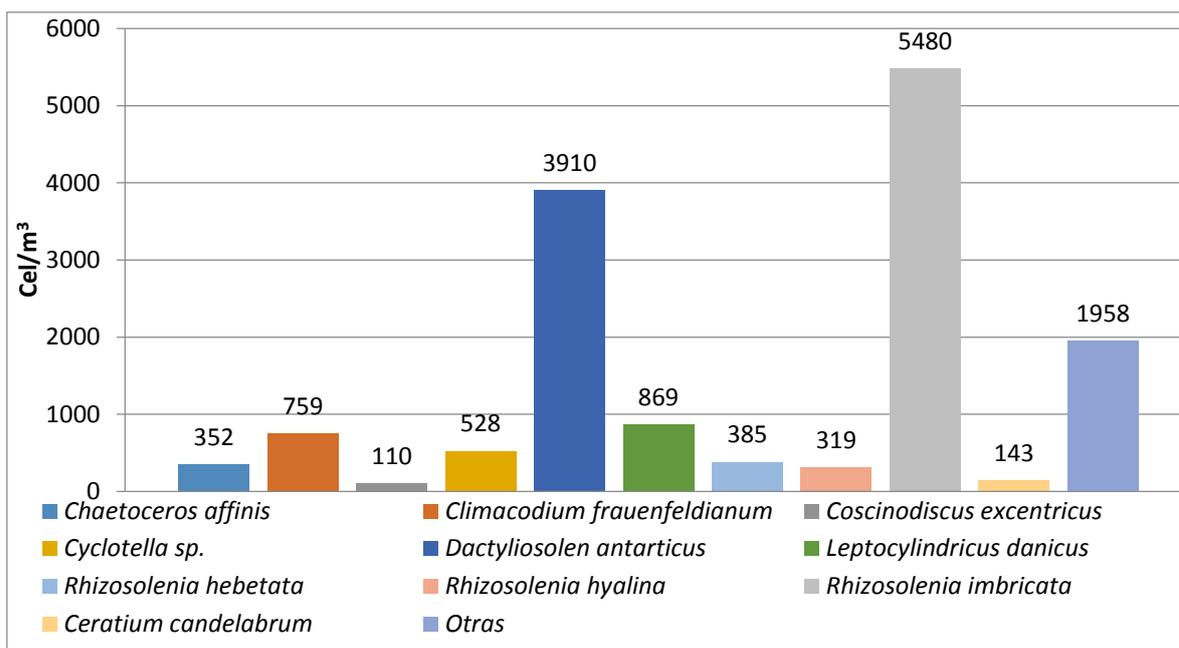


Figura 14: Distribución superficial de la Estación 4 del muestreo 2 del Terminal Marítimo de Monteverde.

En la cuarta estación se identificaron 32 especies con una densidad celular de 14.813 cel/m³. Las más representativas fueron: *Rhizosolenia imbricata*, seguida por la *Dactyliosolen antarcticus*, la *Leptocylindricus danicus* y por último la *Climacodium frauenfeldianum*.

5.2.2.5 Estación 5

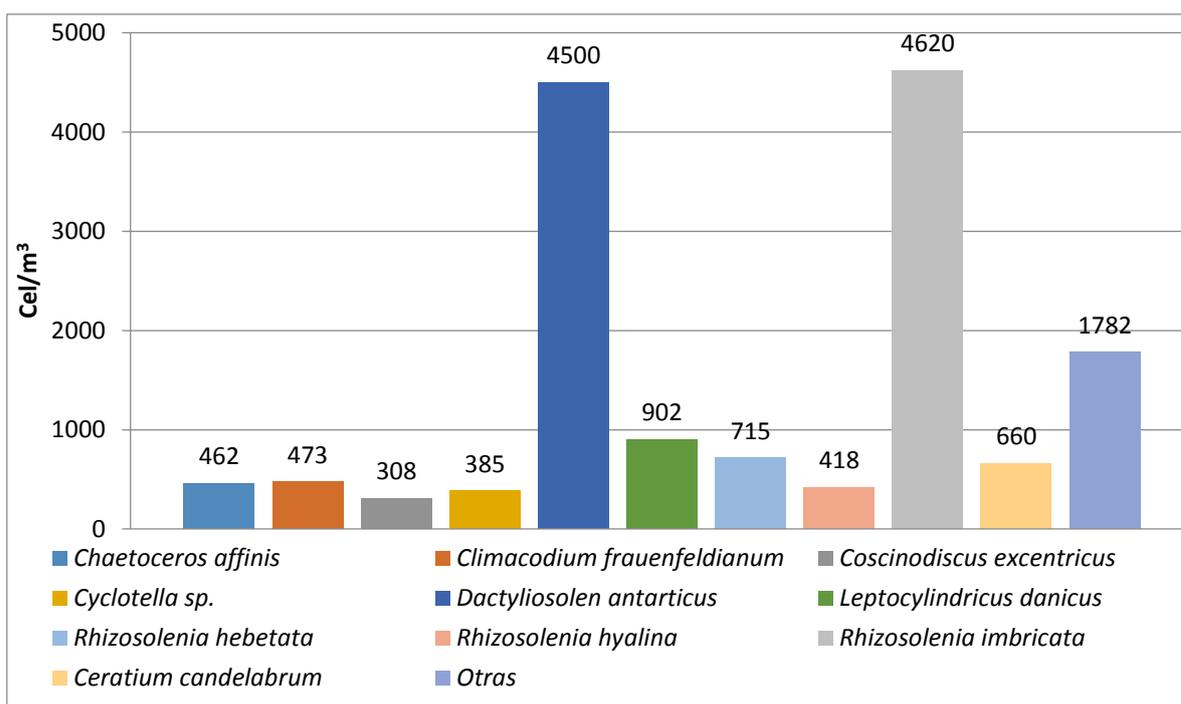


Figura 15: Distribución superficial de la Estación 5 del muestreo 2 del Terminal Marítimo de Monteverde.

En la quinta estación se identificaron 30 especies con una densidad celular de 15.225 cel/m³. Las más representativas fueron: *Rhizosolenia imbricata*, seguida por la *Dactyliosolen antarcticus*, la *Leptocylindricus danicus* y por último la *Rhizosolenia hebetata*.

5.2.3 Tercer muestreo en época invernal con presencia de buque (C)

En el muestreo se identificaron 31 especies con un total de 21.093 cel/m³ (tabla 7).

Tabla 7: Muestreo 3, Especies y Densidad del fitoplancton en el Terminal Marítimo de GLP en Monteverde			
ESTACIÓN	NÚMERO DE ESPECIES	DENSIDAD POBLACIONAL	PORCENTAJE
1	21	2882	14 %
2	20	4499	21 %
3	23	4018	19 %
4	22	3410	17 %
5	25	6284	29 %

5.2.3.1 Estación 1

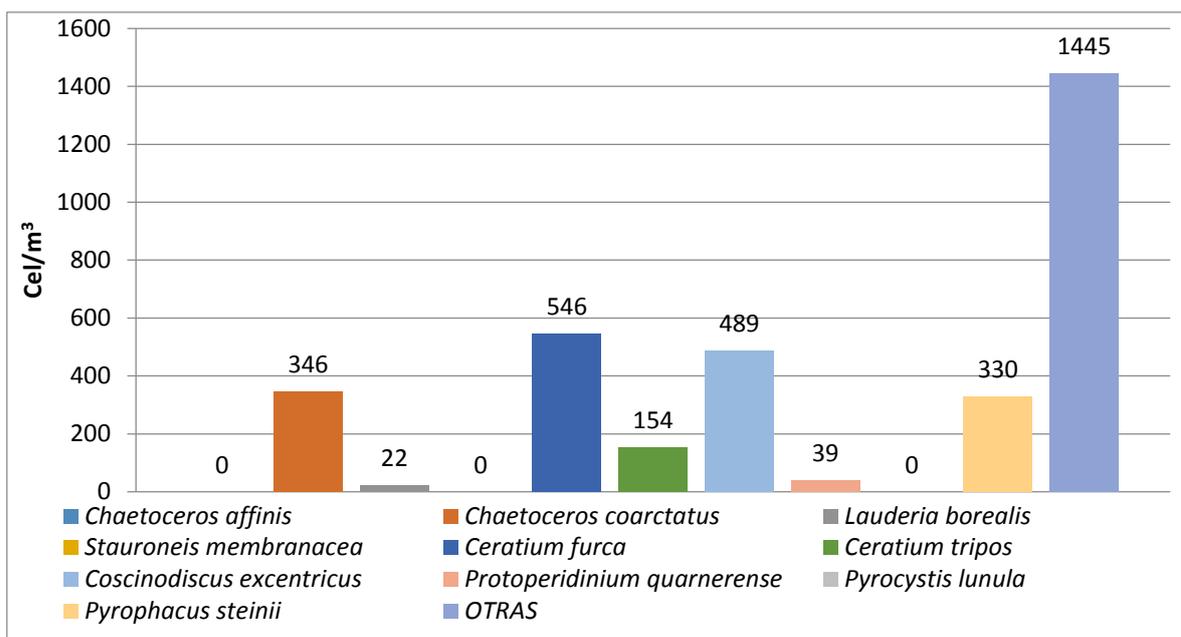


Figura 17: Distribución superficial de la Estación 1 del muestreo 3 del Terminal Marítimo de Monteverde.

En la primera estación se identificaron 21 especies con una densidad celular de 2.882 cel/m³. Las más representativas fueron: *Ceratium furca*, seguida por la *Coscinodiscus excentricus*, la *Chaetoceros coarctatus* y por último la *Pyrophacus steinii*.

5.2.3.2 Estación 2

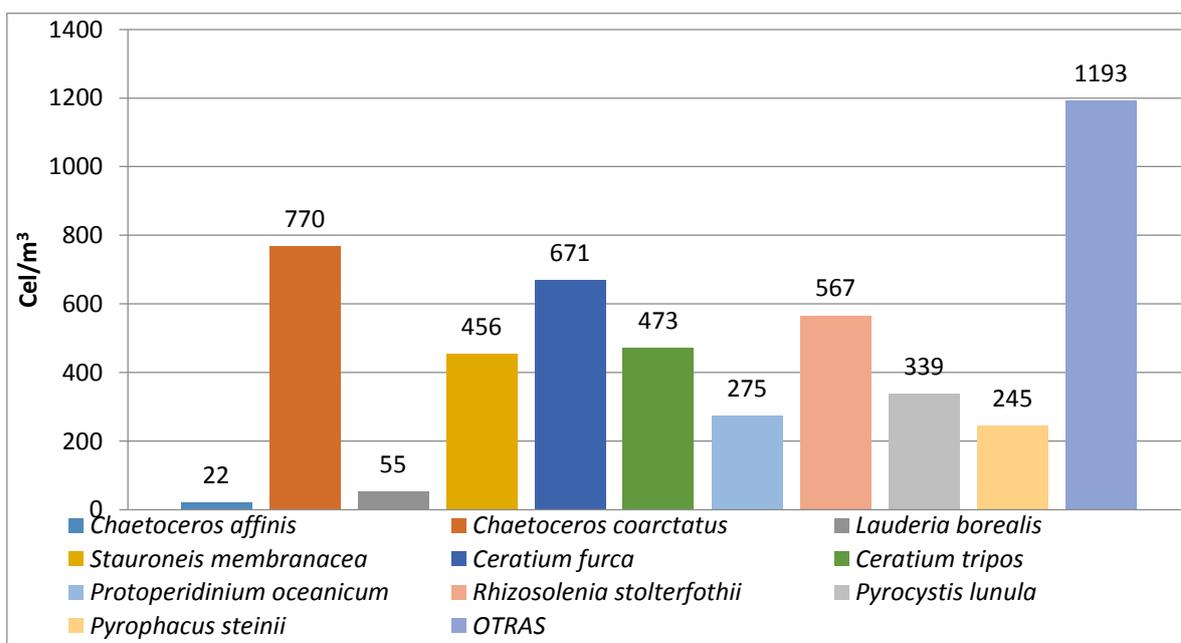


Figura 16: Distribución superficial de la Estación 2 del muestreo 3 del Terminal Marítimo de Monteverde.

En la segunda estación se identificaron 20 especies con una densidad celular de 4.499 cel/m³. Las más representativas fueron: *Chaetoceros coarctatus*, seguida por la *Ceratium furca* y así por la *Rhizosolenia stolterfothi* y por último la *Ceratium tripos*.

5.2.3.3 Estación 3

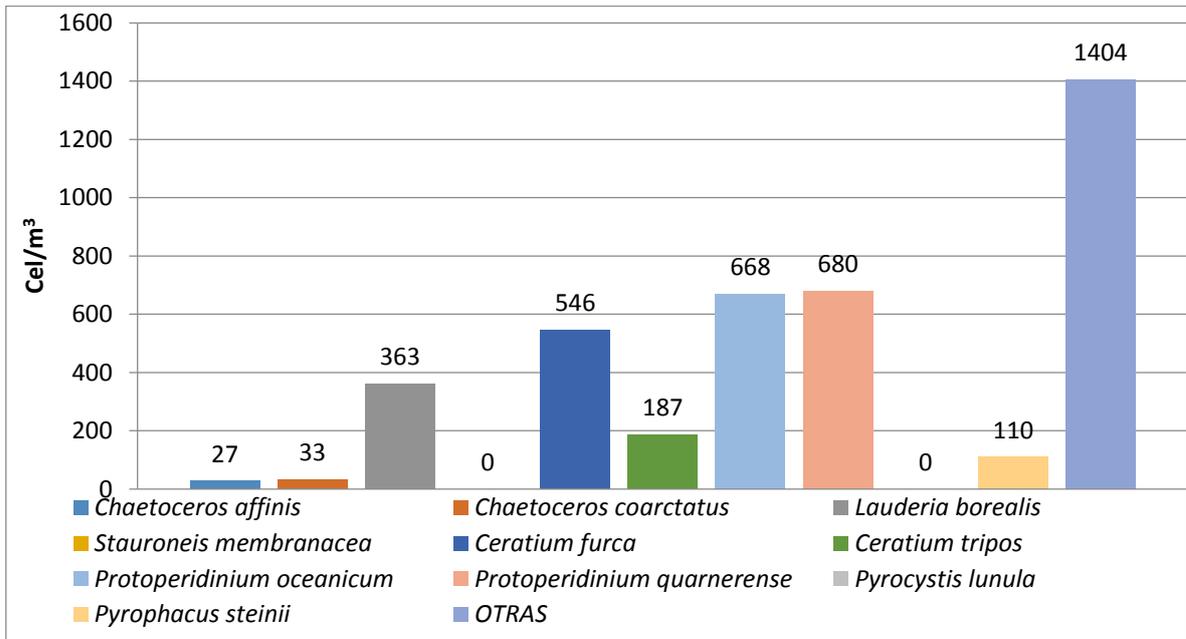


Figura 17: Distribución superficial de la Estación 3 del muestreo 3 del Terminal Marítimo de Monteverde.

En la tercera estación se identificaron 23 especies con una densidad celular de 4.018 cel/m³. Las más representativas fueron: *Protoperidinium quarnerense*, seguida por la *Protoperidinium oceanicum*, la *Ceratium furca* y por último la *Lauderia borealis*.

5.2.3.4 Estación 4

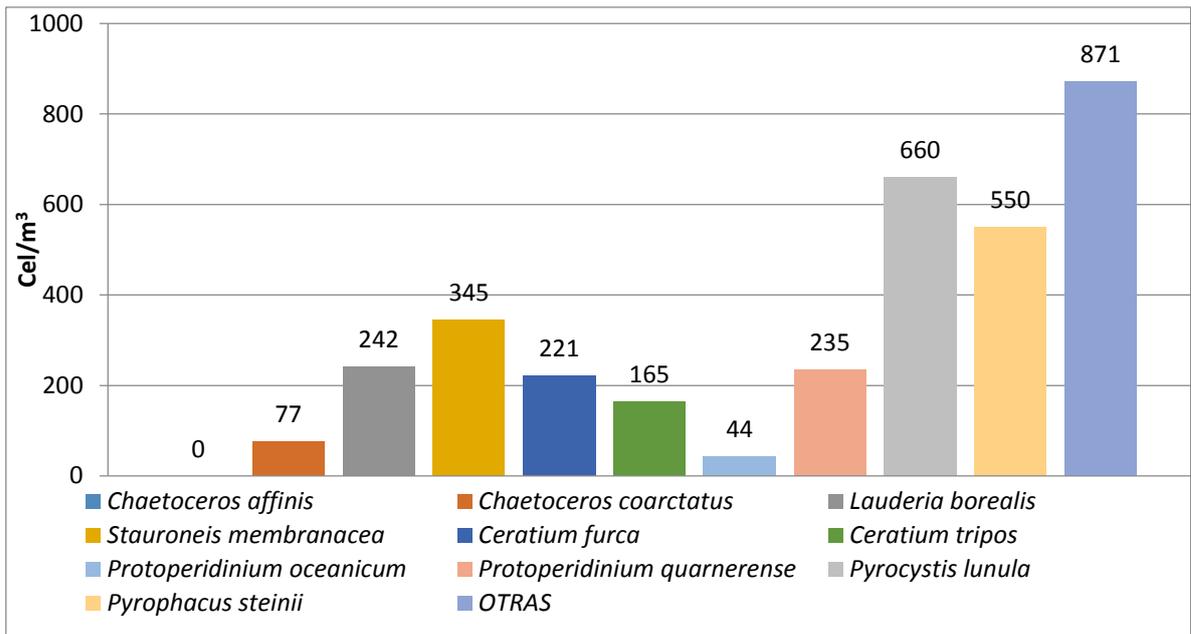


Figura 18: Distribución superficial de la Estación 4 del muestreo 3 del Terminal Marítimo de Monteverde.

En la cuarta estación se identificaron 22 especies con una densidad celular de 3.410 cel/m³. Las más representativas fueron: *Pirocystis lunula*, seguida por la *Pyrophacus steinii*, la *Stauroneis membranacea* y por último la *Lauderia borealis*.

5.2.3.5 Estación 5

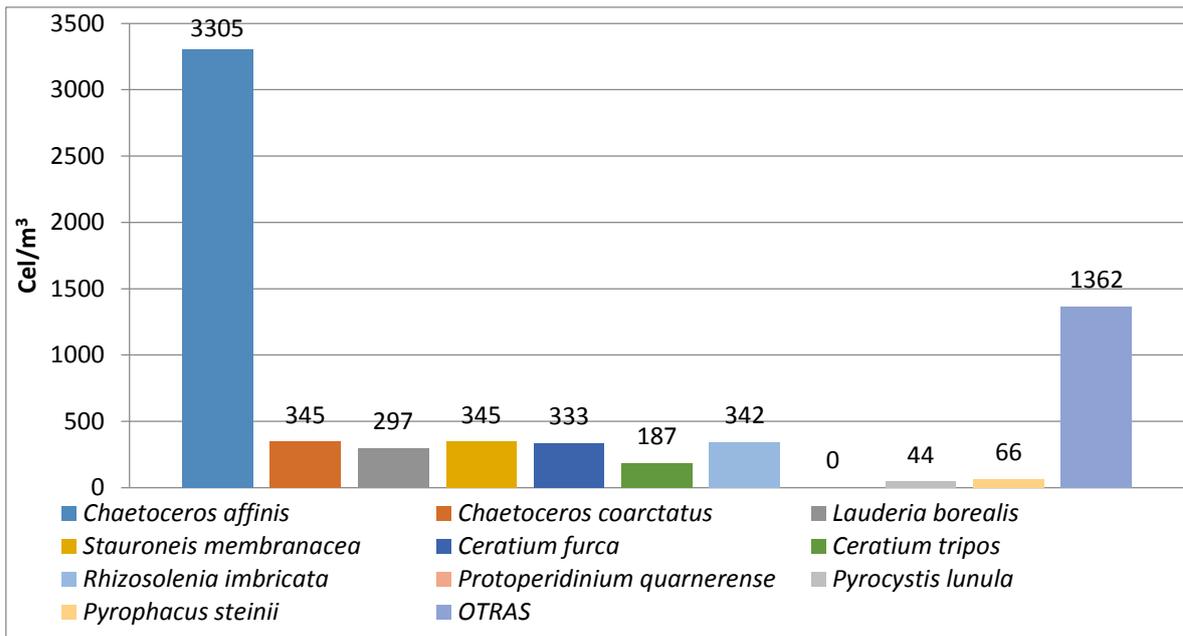


Figura 191: Distribución superficial de la Estación 5 del muestreo 3 del Terminal Marítimo de Monteverde.

En la quinta estación se identificaron 25 especies con una densidad celular de 6.284 cel/m³. Las más representativas fueron: *Chaetoceros affinis*, seguida por la *Chaetoceros coarctatus* al igual que la *Stauroneis membranacea*, la *Rhizosolenia imbricata* y por último la *Ceratium furca*.

5.2.4 Cuarto muestra en época de verano con presencia de buque (D)

En el muestreo se identificaron 35 especies con un total de 37.448 cel/m³ (tabla 8).

Tabla 8: Muestreo 4, Especies y Densidad del fitoplancton en el Terminal Marítimo de GLP en Monteverde			
ESTACIÓN	NÚMERO DE ESPECIES	DENSIDAD POBLACIONAL	PORCENTAJE
1	24	13616	36 %
2	24	9193	25 %
3	27	4580	12 %
4	25	5373	14 %
5	21	4686	13 %

5.2.4.1 Estación 1

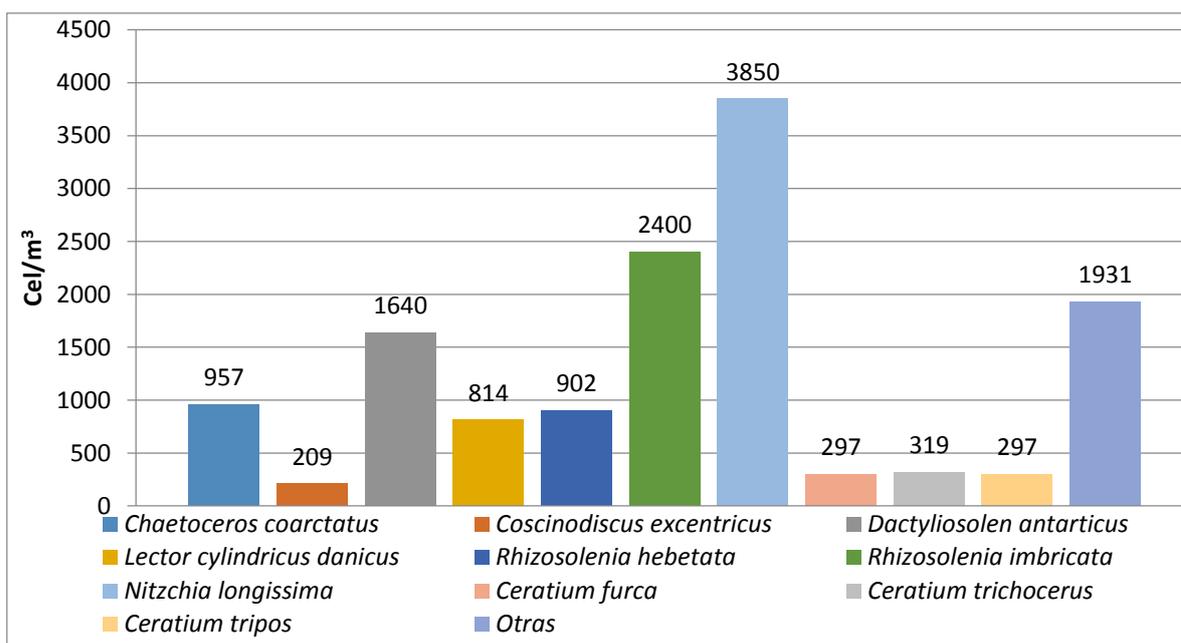


Figura 20: Distribución superficial de la Estación 1 del muestreo 4 del Terminal Marítimo de Monteverde.

En la primera estación se identificaron 24 especies con una densidad celular de 13.616 cel/m³. Las más representativas fueron: *Nitzschia longissima*, seguida por la *Rhizosolenia imbricata*, la *Dactyliosolen antarcticus* y por último la *Chaetoceros coarctatus*.

5.2.4.2 Estación 2

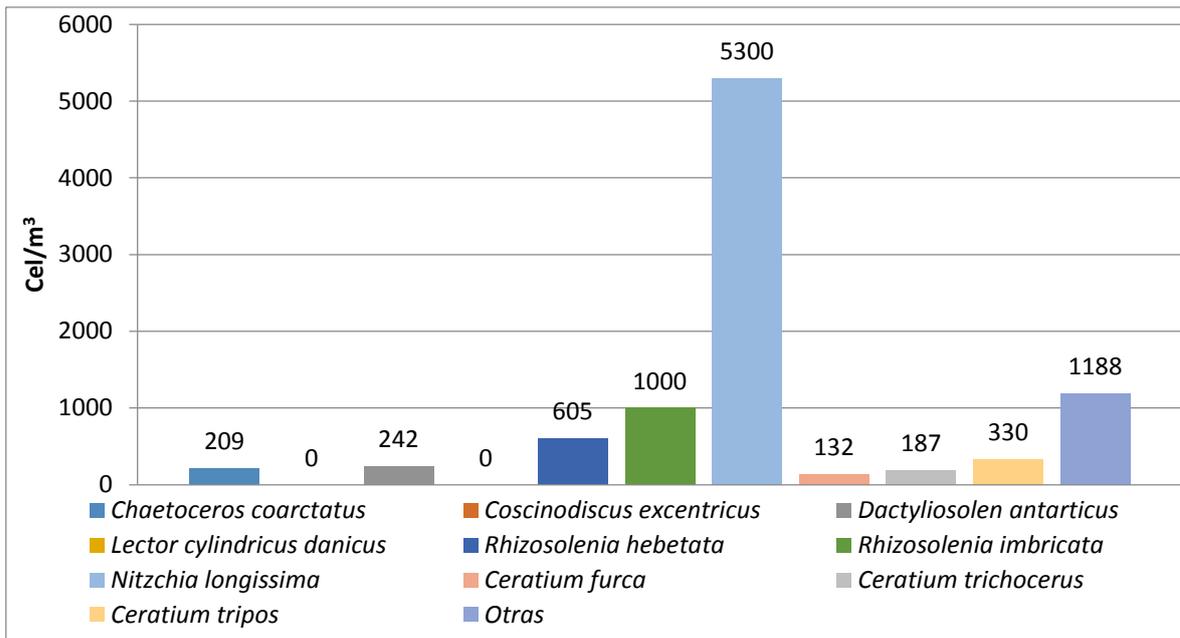


Figura 21: Distribución superficial de la Estación 2 del muestreo 4 del Terminal Marítimo de Monteverde.

En la segunda estación se identificaron 24 especies con una densidad celular de 9.193 cel/m³. Las más representativas fueron: *Nitzchia longissima*, seguida por la *Rhizosolenia imbricata*, la *Rhizosolenia hebetata* y por último la *Dactyliosolen antarcticus*.

5.2.4.3 Estación 3

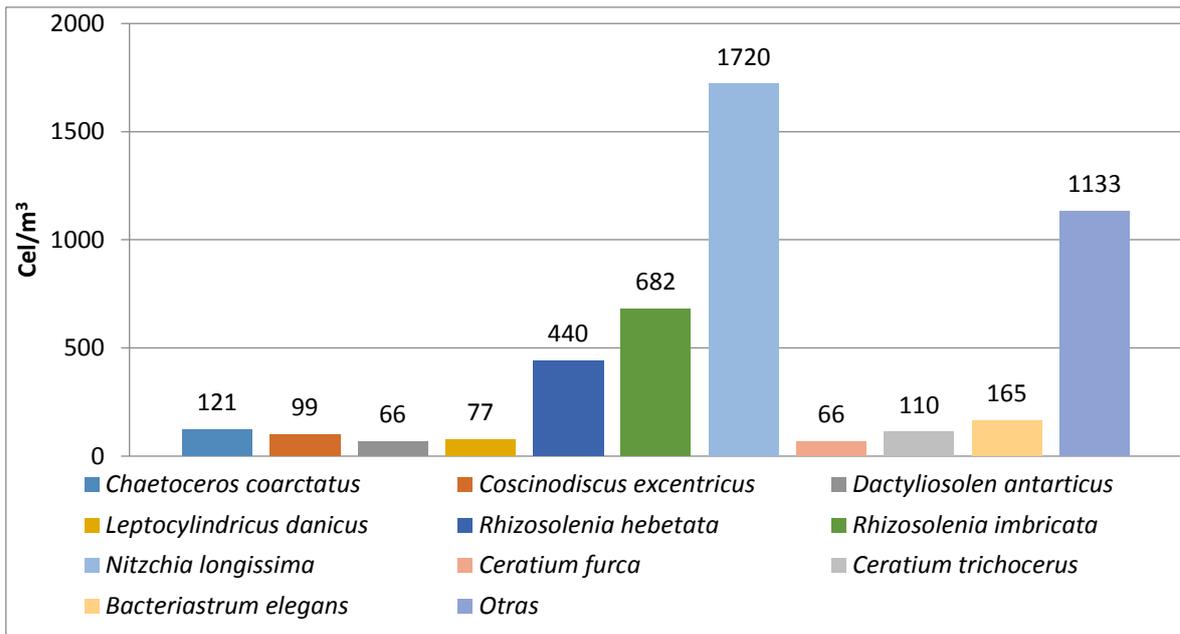


Figura 22: Distribución superficial de la Estación 3 del muestreo 4 del Terminal Marítimo de Monteverde.

En la tercera estación se identificaron 27 especies con una densidad celular de 4.580 cel/m³. Las más representativas fueron: *Nitzchia longissima*, seguida por la *Rhizosolenia imbricata*, la *Rhizosolenia hebetata* y por último la *Bacteriastrum elegans*.

5.2.4.4 Estación 4

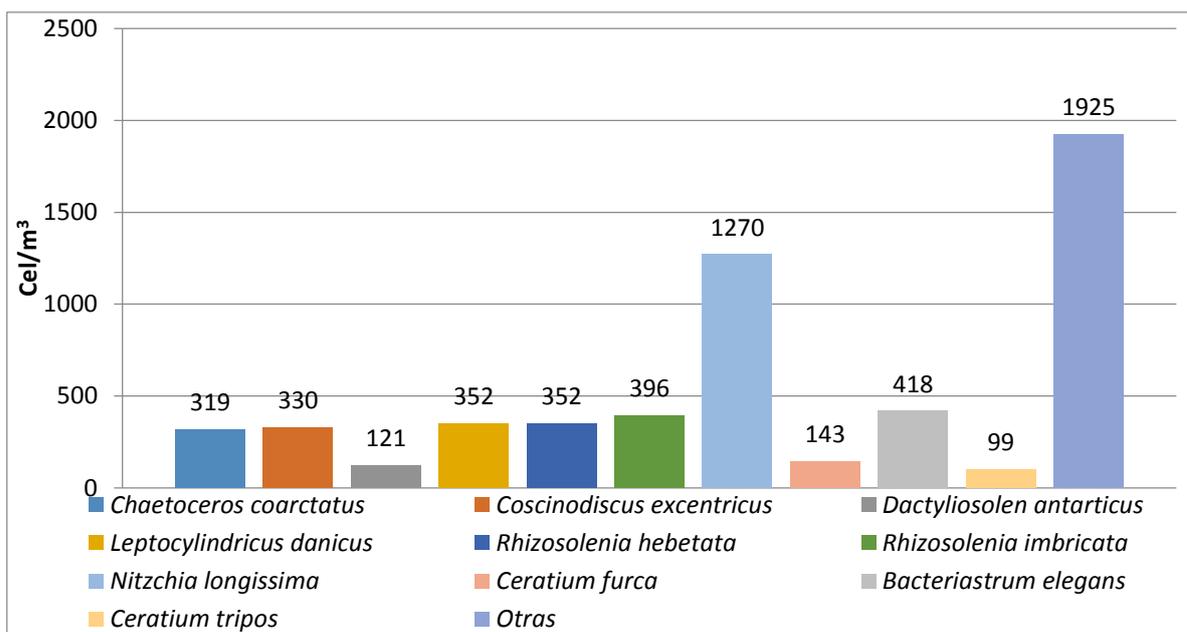


Figura 23: Distribución superficial de la Estación 4 del muestreo 4 del Terminal Marítimo de Monteverde.

En la cuarta estación se identificaron 25 especies con una densidad celular de 5.373 cel/m³. Las más representativas fueron: *Nitzchia longissima*, seguida por la *Rhizosolenia imbricata*, la *Rhizosolenia hebetata* al igual que la *Leptocylindricus danicus* por último la *Coscinodiscus excentricus*.

5.2.4.5 Estación 5

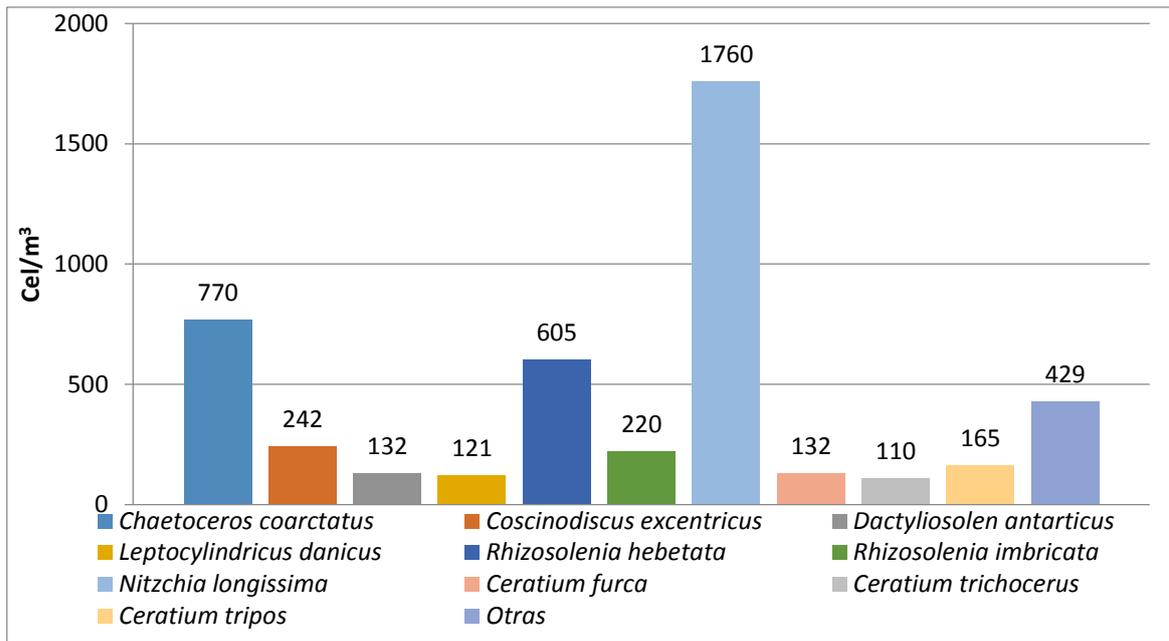


Figura 24: Distribución superficial de la Estación 5 del muestreo 4 del Terminal Marítimo de Monteverde.

En la quinta estación se identificaron 21 especies con una densidad celular de 4.686 cel/m³. Las más representativas fueron: *Nitzchia longissima*, seguida por la *Chaetoceros coarctatus*, la *Rhizosolenia hebetata* por último la *Rhizosolenia imbricata*.

5.3. Análisis del coeficiente de correlación del Fitoplancton

Para este análisis se seleccionaron las 10 especies de fitoplancton con mayor densidad poblacional del total de 52 especies identificadas:

- I. *Chaetoceros coarctatus*
- II. *Chaetoceros eibenu*
- III. *Lauderia borealis*
- IV. *Rhizosolenia imbricata*
- V. *Stauroneis Membranecea*
- VI. *Stephanopyxis palmeriana*
- VII. *Ceratium furca*
- VIII. *Caratium tripos*
- IX. *Protoperidinium quarnerense*
- X. *Pyrophacus steinii*

A continuación se presenta para cada especie de fitoplancton el análisis de correlación (dependencia) entre la Presencia de Buques (variable X) y la Densidad Poblacional de microorganismos (variable Y), detallando el total de muestras según época de año (seca y lluviosa), en condiciones normales del medio en presencia (1) y ausencia (0) de buques, junto al coeficiente de correlación obtenido.

El análisis completo comprendiendo el proceso para obtener al coeficiente de correlación se puede observar en el Anexo 2.

5.3.2.1 Especie 1: *Chaetoceros coarctatus*

De acuerdo a la tabla se puede observar en la época seca el coeficiente de correlación obtenido es de 0.60, con la presencia de buques altera de manera positiva la densidad poblacional de esta especie.

Se puede observar en la época de lluvia el coeficiente de correlación obtenido es de 0.35, con la presencia de buques altera de manera positiva la densidad poblacional de esta especie.

Se evidencia que la presencia de buques en la época seca genera un mayor impacto a la densidad poblacional de fitoplancton con relación a la época lluviosa.

Tabla 9: Correlación *Chaetoceros coarctatus*

CONDICIÓN	PRESENCIA DE BUQUES (X)	DENSIDAD POBLACIONAL (Y)	COEFICIENTE DE CORRELACION
S I N L L U V I A	0	308	0,60
	0	121	
	0	275	
	0	352	
	0	462	
	1	957	
	1	209	
	1	121	
	1	319	
	1	770	
C O N L L U V I A	0	242	0,35
	0	770	
	0	33	
	0	88	
	0	220	
	1	0	
	1	22	
	1	27	
	1	0	
	1	3305	

5.3.2.2 Especie 2: *Chaetoceros eibenu*

De acuerdo a la tabla se puede observar en la época seca el coeficiente de correlación obtenido de 0.06, que la presencia de buques no altera la densidad poblacional de esta especie.

Se puede observar en la época de lluvia, el coeficiente de correlación obtenido es de 0.45, con la presencia de buques altera de manera positiva la densidad poblacional de esta especie.

Se evidencia que la presencia de buques solamente en la época de lluvia genera un mayor impacto a la densidad poblacional de fitoplancton con relación a la época seca.

Tabla 10: Correlación *Chaetoceros eibenu*

CONDICIÓN	PRESENCIA DE BUQUES (X)	DENSIDAD POBLACIONAL (Y)	COEFICIENTE DE CORRELACION
S I N L L U V I A	0	77	0,06
	0	22	
	0	33	
	0	143	
	0	110	
	1	165	
	1	0	
	1	0	
	1	0	
C O N L L U V I A	0	253	0,45
	0	154	
	0	77	
	0	55	
	0	33	
	1	245	
	1	154	
	1	77	
	1	95	
1	33		

5.3.2.3 Especie 3: *Lauderia borealis*

De acuerdo a la tabla se puede observar en la época seca, el coeficiente de correlación obtenido de 0.56, con la presencia de buques altera de manera positiva la densidad poblacional de esta especie.

Se puede observar para la época de lluvia, según el coeficiente de correlación obtenido es de 0.41, con la presencia de buques altera de manera positiva la densidad poblacional de esta especie.

Se evidencia que la presencia de buques en la época seca genera un mayor impacto a la densidad poblacional de fitoplancton con relación a la época de lluvia.

Tabla 11: Correlación *Lauderia borealis*

CONDICIÓN	PRESENCIA DE BUQUES (X)	DENSIDAD POBLACIONAL (Y)	COEFICIENTE DE CORRELACION
S I N L L U V I A	0	0	0,56
	0	0	
	0	0	
	0	0	
	0	0	
	1	242	
	1	0	
	1	0	
	1	396	
C O N L L U V I A	0	22	0,41
	0	55	
	0	363	
	0	242	
	0	297	
	1	22	
	1	55	
	1	363	
	1	242	
1	297		

5.3.2.4 Especie 4: *Rhizosolenia imbricata*

De acuerdo a la tabla se puede observar en la época seca, el coeficiente de correlación obtenido de -0.19, que la presencia de buques altera de manera negativa muy mínima la densidad poblacional de esta especie.

Se puede observar para la época de lluvia el coeficiente de correlación obtenido es de 0.54, con la presencia de buques altera de manera positiva la densidad poblacional de esta especie.

Se evidencia que la presencia de buques en la época de lluvia genera un mayor impacto a la densidad poblacional de fitoplancton con relación a la época seca.

Tabla 12: Correlación *Rhizosolenia imbricata*

CONDICIÓN	PRESENCIA DE BUQUES (X)	DENSIDAD POBLACIONAL (Y)	COEFICIENTE DE CORRELACION
S I N L L U V I A	0	7250	-0,19
	0	6290	
	0	8600	
	0	5480	
	0	4620	
	1	2400	
	1	1000	
	1	682	
	1	396	
C O N L L U V I A	0	0	0,54
	0	11	
	0	66	
	0	110	
	0	154	
	1	0	
	1	123	
	1	66	
	1	110	
1	342		

5.3.2.5 Especie 5: *Stauroneis membranacea*

De acuerdo a la tabla se puede observar en la época seca, el coeficiente de correlación obtenido de -0.13, con la presencia de buques altera de manera negativa muy mínima la densidad poblacional de esta especie.

Se puede observar en la época de lluvia el coeficiente de correlación obtenido es de 0.64, que la presencia de buques altera de manera positiva la densidad poblacional de esta especie.

Se evidencia que la presencia de buques en la época de lluvia genera un mayor impacto a la densidad poblacional de fitoplancton con relación a la época seca.

Tabla 13: Correlación *Stauroneis membranacea*

CONDICIÓN	PRESENCIA DE BUQUES (X)	DENSIDAD POBLACIONAL (Y)	COEFICIENTE DE CORRELACION
S I N L L U V I A	0	88	-0,13
	0	0	
	0	0	
	0	0	
	0	0	
	1	0	
	1	0	
	1	0	
	1	0	
C O N L L U V I A	0	0	0,64
	0	0	
	0	0	
	0	165	
	0	165	
	1	0	
	1	456	
	1	0	
	1	345	
1	345		

5.3.2.6 Especie 6: *Stephanopyxis palmeriana*

De acuerdo a la tabla se puede observar para la época seca el coeficiente de correlación obtenido de 0.04, con la presencia de buques no altera la densidad poblacional de esta especie.

Se puede observar para la época de lluvia el coeficiente de correlación obtenido es de 0.36, con la presencia de buques altera de manera positiva la densidad poblacional de esta especie.

Se evidencia que la presencia de buques solamente en la época de lluvia genera impacto a la densidad poblacional de fitoplancton.

Tabla 14: Correlación *Stephanopyxis palmeriana*

CONDICIÓN	PRESENCIA DE BUQUES (X)	DENSIDAD POBLACIONAL (Y)	COEFICIENTE DE CORRELACION
S I N L L U V I A	0	44	0,04
	0	33	
	0	0	
	0	88	
	0	0	
	1	0	
	1	11	
	1	0	
	1	55	
C O N L L U V I A	0	0	0,36
	0	0	
	0	330	
	0	110	
	0	242	
	1	110	
	1	0	
	1	330	
	1	120	
1	120		

5.3.2.7 Especie 7: *Ceratium furca*

De acuerdo a la tabla se puede observar en la época seca el coeficiente de correlación obtenido de 0.85, con la presencia de buques altera de manera positiva la densidad poblacional de esta especie.

Se puede observar para la época de lluvia según el coeficiente de correlación obtenido de 0.6, con la presencia de buques altera de manera positiva la densidad poblacional de esta especie.

Se evidencia que la presencia de buques en la época seca genera un mayor impacto a la densidad poblacional de fitoplancton con relación a la época de lluvia.

Tabla 15: Correlación *Ceratium furca*

CONDICIÓN	PRESENCIA DE BUQUES (X)	DENSIDAD POBLACIONAL (Y)	COEFICIENTE DE CORRELACION
S I N L L U V I A	0	0	0,85
	0	0	
	0	55	
	0	22	
	0	22	
	1	297	
	1	132	
	1	66	
	1	143	
	1	132	
C O N L L U V I A	0	264	0,6
	0	671	
	0	176	
	0	330	
	0	440	
	1	546	
	1	671	
	1	546	
	1	221	
1	333		

5.3.2.8 Especie 8: *Ceratium tripos*

De acuerdo a la tabla se puede observar en la época seca el coeficiente de correlación obtenido de 0.66, con la presencia de buques altera de manera positiva la densidad poblacional de esta especie.

Se puede observar en la época de lluvia el coeficiente de correlación obtenido de 0.47, con la presencia de buques altera de manera positiva la densidad poblacional de esta especie.

Se evidencia que la presencia de buques en la época seca genera un mayor impacto a la densidad poblacional de fitoplancton con relación a la época de lluvia.

Tabla 16: Correlación *Ceratium tripos*

CONDICIÓN	PRESENCIA DE BUQUES (X)	DENSIDAD POBLACIONAL (Y)	COEFICIENTE DE CORRELACION
S I N L L U V I A	0	110	0,66
	0	55	
	0	176	
	0	175	
	0	44	
	1	297	
	1	330	
	1	66	
	1	99	
C O N L L U V I A	0	154	0,47
	0	473	
	0	187	
	0	165	
	0	187	
	1	154	
	1	473	
	1	187	
	1	165	
1	187		

5.3.2.9 Especie 9: *Protoperidinium quarnerense*

De acuerdo a la tabla se puede observar en la época seca, el coeficiente de correlación obtenido de -0.19, con la presencia de buques altera de manera negativa muy mínima la densidad poblacional de esta especie.

Se puede observar para la época de lluvia el coeficiente de correlación obtenido de 0.24, con la presencia de buques altera de manera positiva la densidad poblacional de esta especie.

Se evidencia que la presencia de buques en la época de lluvia genera un mayor impacto a la densidad poblacional de fitoplancton con relación a la época seca.

Tabla 17: Correlación *Protoperidinium quarnerense*

CONDICIÓN	PRESENCIA DE BUQUES (X)	DENSIDAD POBLACIONAL (Y)	COEFICIENTE DE CORRELACION
S I N L L U V I A	0	0	-0,19
	0	22	
	0	33	
	0	0	
	0	0	
	1	0	
	1	0	
	1	0	
	1	0	
C O N L L U V I A	0	55	0,24
	0	319	
	0	506	
	0	154	
	0	275	
	1	39	
	1	0	
	1	680	
	1	235	
1	0		

5.3.2.10 Especie 10: *Pyrophacus steinii*

De acuerdo a la tabla se puede observar en la época seca, el coeficiente de correlación obtenido de 0.55, con la presencia de buques altera de manera positiva la densidad poblacional de esta especie.

Se puede observar para la época de lluvia el coeficiente de correlación obtenido de 0.68, que la presencia de buques altera de manera positiva la densidad poblacional de esta especie.

Se evidencia que la presencia de buques en la época de lluvia genera un mayor impacto a la densidad poblacional de fitoplancton con relación a la época seca.

Tabla 18: Correlación *Pyrophacus steinii*

CONDICIÓN	PRESENCIA DE BUQUES (X)	DENSIDAD POBLACIONAL (Y)	COEFICIENTE DE CORRELACION
S I N L L U V I A	0	0	0,55
	0	44	
	0	99	
	0	33	
	0	33	
	1	88	
	1	44	
	1	44	
	1	55	
	1	33	
C O N L L U V I A	0	22	0,68
	0	253	
	0	110	
	0	66	
	0	66	
	1	330	
	1	245	
	1	110	
	1	550	
	1	66	

6. DISCUSIÓN

Según los análisis realizados por el estudio de Impacto ambiental realizado por la ESPOL, (2009) previo a la construcción del terminal marítimo, se presenta que los niveles de pH en la zona nerítica fueron de 8,1 y 8,3, mientras que en los muestreos realizados en la presente investigación se puede observar que el parámetro del potencial de hidrógeno tiende a ascender cada vez más a partir del primer muestreo realizado en el mes de abril del 2013; en el cual se obtiene un valor casi neutro de 6,5 (figura 5). En estos análisis se aprecia que el pH sube aproximadamente una unidad por muestreo, en razón a ello al final se obtiene una alcalinidad promedio de 8,5. Estos valores se compararon con la tabla No. 3 llamada "Criterios de calidad admisibles para la preservación de la flora y fauna en aguas dulces, frías o cálidas y en aguas marinas y de estuario" ubicada en el Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundario, Anexo 1 M.A.E., (2003), demostrando que los resultados se mantienen dentro de los límites máximos permisibles.

En relación a los valores de pH presentados, durante el periodo de construcción del terminal, los niveles tuvieron una variación notable; a pesar de ello, se observa que los mismos están volviendo a los valores iniciales.

De acuerdo al indicador de oxígeno disuelto, que es fundamental para conocer si las masas de aguas de mar se encuentran oxigenadas, se evidenció que el valor máximo se registró en el mes abril del 2013 con 8,5 mg/l, este descendió en octubre del 2013 y se mantuvo así hasta diciembre del 2014 con un valor de 8,18 mg/l. En comparación con el estudio de la ESPOL, (2009) que presenta valores iniciales de 6,7 y 7,5 mg/l se puede notar que este parámetro presenta una diferencia notable. Por lo cual se puede indicar que, al igual que el potencial de hidrógeno, la oxigenación del agua también se comenzó a regular después de la culminación de la construcción del terminal. Además, verificando estos valores con la tabla No. 3 llamada "Criterios de calidad admisibles para la preservación de la flora y fauna en aguas dulces, frías o cálidas y en aguas marinas y de estuario" ubicada en el Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundario, Anexo 1, M.A.E., (2003), se evidencia que estos valores se encuentran bajo parámetros normales al no ser inferior a los 5 mg/l

manteniendo sus aguas bien oxigenadas en razón de las aguas agitadas y los vientos fuertes.

En el primer muestreo efectuado en abril del 2013 y en el cuarto muestreo realizado en diciembre del 2014 se evidenció que la temperatura fluctuó entre 29,3° - 28,6 °C, a pesar de presentarse en diferentes épocas se obtuvo la menor cantidad de salinidad entre 31,5 - 32,9 mg/l (tabla 3), identificándose como masas de aguas tropicales superficiales según Okuda, T.; Valencia, M.; Trejos, R., (1983), asumiendo la presencia de aguas cálidas poco salinas procedentes de la Cuenca de Panamá. A diferencia del segundo y tercer muestreo, en el cual la temperatura decrece con valores entre 24,3 - 26,7 °C y salinidades que ascienden entre 34,9 - 34,5 mg/l provenientes de Aguas Ecuatorianas Superficiales, asumiendo la presencia de aguas relativamente frías de la corriente de Humbolt.

Se revisó la presencia de los metales pesados en el agua de mar para determinar si la existencia de los mismos afectaba a los microorganismos marinos, ya que se conoce que estos son muy sensibles. Los resultados obtenidos se compararon con la tabla No. 4 llamada "límites permisibles en el punto de efluentes" ubicada en el Reglamento Ambiental de Actividades Hidrocarburíferas, Decreto Ejecutivo 1215, M.A.E., (2010), encontrando que los metales analizados como el Cromo, Bario, Vanadio y Plomo no superan los límites máximos permisibles además estos elementos presentan concentraciones similares en todas sus estaciones de muestreos, a excepción del Vanadio que nunca cambió su valor en durante todo el muestreo.

El Plomo en caso de que supere los límites máximos permisibles puede ser perjudicial para la comuna de Monteverde y todas las poblaciones cercanas ya que se conoce que el plancton puede bioacumular metales pesados como indica Tapia, Basualto, & Urrutia, (1996) en especial el Plomo y de forma sucesiva biomagnificarse en la cadena trófica hasta llegar al nivel del ser humano.

De acuerdo al estudio de la ESPOL, (2009) realizado previo a la construcción del terminal, evidencia que existían concentraciones del Plomo, sino que

existían irregularmente mas no de forma homogénea, ya que en dicho estudio de impacto ambiental se realizaron 26 muestreos de los cuales 5 de ellos presentaron valores entre 0,18 y 0,14 mg/l y el resto <0,01 que de igual forma no sobrepasan el límite máximo permisible según la tabla No. 4 llamada “límites permisibles en el punto de efluentes” ubicada en el Reglamento Ambiental de Actividades Hidrocarburíferas, Decreto Ejecutivo 1215, M.A.E., (2010). Esto podría indicar que el terminal marítimo no sería la fuente del plomo ni tampoco el rio Játiva que descarga sus aguas a este cuerpo de agua de mar en Monteverde ya que también se realizaron análisis en dicho río e indica un valor menor a 0,01 mg/l.

El cromo no sobrepasa el límite máximo permisible. El cromo también tiene la propiedad de bioacumularse y bio magnificarse según lo indica Tapia, Basualto, & Urrutia, (1996) en la cadena alimenticia elevando el riesgo de afectación.

El Bario registró valores de <1 mg/l, manteniéndose por debajo del límite máximo de 5 mg/l sin superarlo. Mientras en el estudio de impacto ambiental previo a la construcción del Terminal este nunca superó 0,4 mg/l.

Por último se encuentra que el Vanadio permaneció estable en todos los resultados de laboratorio sin mostrar algún tipo de alteración durante el periodo muestreado y comparando con los análisis que se muestran en el Estudio de Impacto Ambiental del Terminal Marítimo y Planta de Abastecimiento de Monteverde, nos indica que este elemento mantuvo las misma concentraciones antes de que se construyera el terminal y durante las operaciones del Terminal.

Jiménez & Pesantes, (1977), descubrieron al Norte del cantón Salinas, provincia de Santa Elena, los máximos de diatomeas con rangos entre 15.000 a 30.000 cel/l destacando los géneros de fitoplancton predominantes en esta área: *Chaetoceros*, *Nitzchia*, *Rhizosolenia*, *Coscinodiscus* y *Thalassiosira* en dirección al mar. En cantidades menores se evidenciaron *Plaktoniella*, *Bacteriastrum*, *Eucampia* y *Skeletonema*. En esta investigación no se encontraron *Thalassiosira*, *Eucampia* y *Skeletonema*. Mientras que en los

cuatro muestreos de la presente investigación hubo un mínimo de diatomeas de 594 cel/m³ perteneciente a la primera estación del primer muestreos en el mes de abril del 2013 y con un máximo de 19.575 cel/m³ en la primera estación del primer muestreos, destacándose las siguientes especies: *Chaetoceros coarctatus* en el primer muestreo, *Rhizosolenia imbricata* y *Dactyliosolen antarcticus* en el segundo muestreo, *Chaetoceros affinis* en el tercero y en el cuarto muestreo *Nitzschia longissima*.

Tapia, M, 2006, en su tesis doctoral detectó que el indicativo de diversidad en el cantón La Libertad, provincia de Santa Elena, en el periodo de 1999, fue mayor a diferencia del año 2000 con valores entre H: 2014 - 2.667 bits durante los meses de febrero y agosto predominando las especies *Rhizosolenia hebetata*, *Leptocylindricus danicus*, *Chaetoceros affinis*, *R. imbricata*, *Ch. curvisetus*, *Ch. debilis*. En el presente estudio no se encontraron las especies *Ch. curvisetus* y *Ch. debilis*, pero si coinciden con las especies predominantes que fueron *Chaetoceros affinis* y *R. imbricata*, aunque la *Leptocylindricus danicus* obtuvo un afloramiento en el segundo muestreo en el mes de octubre de 4.164 cel/m³ y la *Rhizosolenia hebetata* recolecto un máximo de 2.904 cel/m³ en el mes de diciembre en el cuarto muestreo. Se demuestra además que la estación 3 (junto a la Plataforma) del segundo muestreo registró la mayor diversidad con 33 especies y la mayor abundancia en la primera estación del segundo muestreo con 20.092 cel/m³.

Tapia & Naranjo, (2009), realizaron una investigación muestreando 15 estaciones en Monteverde, Península de Santa Elena, en el mes de noviembre del 2006, en el cual destacaron la dominancia de la especie *Chaetoceros coarctatus*, acompañada a esta se encontraron las especies *Leptocylindricus danicus*, *Rhizosolenia imbricata*, *Chaetoceros affinis*, *Coscinodiscus excentricus*, que conforman el conjunto de Diatomeas, por ello las consideran especies que estandarizan una mezcla de masas de aguas frías, neríticas que en criterios biológicos su abundancia se considera normal para la época seca (sin lluvia). Comparando con la presente investigación, todas las especies dominantes nombradas por M. Tapia y C. Naranjo, estuvieron presentes, sin embargo, la *Rhizosolenia imbricata* mantuvo mayor presencia obteniendo en el segundo muestreo del mes de octubre un total de 32.240 cel/m³, la

Leptocylindricus danicus con una máxima de 4169 cel/m³ en el segundo muestreo, *Chaetoceros coarctatus* con 2.376 cel/m³ en el cuarto muestreo, *Chaetoceros affinis* con 1.518 cel/m³ en el segundo muestreo y *Coscinodiscus excentricus* con 1.034 cel/m³ en el segundo muestreo.

7. CONCLUSIONES

Mediante el análisis estadístico de correlación, por medio del índice de correlación de Pearson obtenido para las especies de Fitoplancton más abundantes, se determinó el grado de dependencia entre la densidad poblacional de fitoplancton y el atraque de buques en la zona; evidenciando que de las 10 especies analizadas, la *Rhizosolenia imbricata*, *Stauroneis membranacea* y *Protoperdinium quarnerense* mostraron un ligero impacto negativo, es decir, una pequeña disminución de población a causa de la presencia de los buques, la misma que ocurrió en la época de verano (seca). El resto de las especies, presentan un impacto positivo en su densidad poblacional en especial la *Ceratium furca* y la *Pyrophacus steinii*. Existe una afectación a dichas especies, donde, en algunos casos unas especies fueron más susceptibles a los impactos derivados de los atraque de los buques.

Se afirma que los buques generan una leve eutrofización en razón de que algunas especies aumentaron su densidad poblacional específicamente cuando se encontraba la presencia del buque, producto de sus operaciones; para algunos microorganismos específicos les beneficia ya que aumenta su población, mientras que a otros les produce una afectación en su desarrollo.

No existe contaminación a causa de los metales pesados en razón de que las concentraciones del plomo, cromo, bario y vanadio siempre se mantuvieron por debajo de los límites máximos permisibles según lo indica la tabla 4a ubicada en el Reglamento Ambiental para Operaciones Hidrocarburíferas en el Ecuador, D.E. 1215 (M.A.E., 2010), por lo cual estos elementos no interfirieron en la alteración del fitoplancton.

En total se encontraron 31 especies durante el primer muestreo, 38 en el segundo muestreo, 31 en el tercer muestreo y 35 en el cuarto muestreo, por lo cual existió más diversidad de especies en la época seca. Y la densidad de poblacional (cel/m^3) fue directamente proporcional a su diversidad porque donde más densidad poblacional se obtuvo también se identificó la mayor diversidad de especies.

8. RECOMENDACIONES

En razón a los resultados obtenidos en esta investigación se presentan las siguientes recomendaciones:

- Realizar muestreos de fitoplancton con análisis de correlación de buques versus densidad poblacional en todos los terminales como bioindicador de la condición del agua que se encuentra alrededor del terminal y tomar medidas correctivas en caso de que los niveles de fitoplancton decrezcan a medida del tiempo.
- Realizar los muestreos de fitoplancton en conjunto con análisis de metales pesados como el plomo, mercurio, zinc, cobre, níquel, cadmio, manganeso, metilmercurio, dimetilmercurio y también de los nutrientes como compuestos de fosforo, sodio, potasio, nitrógeno y hierro.
- Los análisis de metales pesados y nutrientes deben ser obtenidos en unidades de partes por billón (ppb) por su gran dilución en el mar y bajo métodos estandarizados.
- Todos los terminales marítimos deben tener sistemas de recepción de aguas residuales para evitar el riesgo de que los buques descarguen sus aguas residuales hacia el mar, en caso de que el terminal no mantenga algún sistema de recepción y tratamiento de aguas residuales el buque podrá únicamente descargar estas aguas de acuerdo a las especificaciones establecidas en el convenio MARPOL 73/78 (O.M.I., 1983), Anexo IV- Prevención de la Contaminación por Aguas Residuales de Embarcaciones.
- Se ejecute el control a la prohibición a la descarga de aguas residuales de sentina desde los buques hacia el mar como lo indica la legislación ambiental (M.A.E., 2007), ya que estas aguas contaminadas deberán ser recolectadas y entregadas algún gestor para su adecuado manejo y

tratamiento ya que estas aguas de sentina provienen en su mayoría de derrames de hidrocarburo del cuarto de máquinas del buque.

- Implementar la medida estipulada por (M.A.E., 2007) en el cual toda embarcación que proviene de aguas internacionales renueve su agua de lastre antes de ingresar a algún terminal ecuatoriano específicamente a una distancia de 50 millas náuticas desde la línea base que une los puntos más salientes de la costa ecuatoriana a fin de impedir el ingreso de microorganismos perjudiciales y agentes patógenos a aguas ecuatorianas.

9. BIBLIOGRAFÍA

- Chacón, M. (24 de Septiembre de 2012). *Ciencias Naturales y Ambientales*. Recuperado el 1 de Enero de 2015, de http://desastres701naturales.blogspot.com/2012_09_01_archive.html
- Convenio Latinoamericano. (1992). *Control de buques por el estado rector del puerto*. Viña del Mar.
- DIGMER. (1988). *Proyecto CPPS/PNUMA "Elaboración e implantación de Planes de Acción locales para promover la gestión de la basura marina en comunidades costeras del pacifico sudoeste"*. Monteverde.
- Dugdale, R. C. (1975). In Modelling of Marine System . En *Biological modelling* (págs. 185-205). New York: Elsiever Pub.Co.
- ESPOL. (2009). *EIA de la Construcción del Terminal y Planta de Abastecimiento de GLP en Monteverde*. Monteverde.
- Henson, S. A. (2010). "Detection of anthropogenic climate change in satellite records of ocean chlorophyll and productivity". En *Biogeosciences* (págs. 621–640).
- Jiménez, R., & Bonilla, D. (1980). Composición distribución de la biomasa del Plancton en el Frente ecuatorial. En *Acta Oceanográfica del Pacífico* (págs. 19-64).
- Jiménez, R., & Pesantes, F. (1977). Fitoplancton, producción primaria y pigmentos en aguas costeras ecuatorianas. En *Acta Oceanográfica del Pacífico* (págs. 0-30). INOCAR.
- M.A.E. (2003). *Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria*. Quito.
- M.A.E. (2007). Norma para la prevención y control de la contaminación ambiental del recurso agua en recintos portuarios puertos y terminales portuarias. En *TULAS. ANEXO 1 C* (págs. 27-33). Quito: R.O.
- M.A.E. (2010). *Reglamento Ambiental de Actividades Hidrocarburíferas*. Quito.
- Maclsaac, J. J., & Dugdale, R. C. (1976). Inorganic nitrogen uptake by marine phytoplankton under in situ and simulated in situ incubation conditions: results from the northwest African upwelling region. En *Limnol.Oceanogr* (págs. 52-149).
- Moore, S.A.,Jr. (1973). Impact of pesticides on phytoplankton in Everglades estuaries . En E. Rep, *South Florida Environmental Project* (págs. 74-100).

- O.M.I. (1983). *MARPOL 73/78 "Convenio Internacional para prevenir la contaminación por los Buques"*. Londres.
- Okuda, T.; Valencia, M.; Trejos, R.;. (1983). Nutrientes en las aguas superficiales y subsuperficiales en el area frente al Ecuador. En *Acta Oceanografica del Pacifico* (págs. 31-51). INOCAR.
- Overnell, J. (1975). The effect of some heavy metal ions on photosynthesis in a fresh water alga. En *Pestic.Biochen.Physiol* (págs. 19-26).
- Ryther, J. H. (1956). The measurement of primary production. En *Limnol, Oceaanogr* (págs. 72-84).
- Tapia, M. (2006). Variabilidad temporal del fitoplancton en áreas costeras del mar ecuatoriano y su interrelación con el evento "La Niña 1999-2000". En *Tesis doctoral. Universidad de Guayaquil*.
- Tapia, M., & Naranjo, C. (2009). Estudios de las comunidades del fitoplancton y zooplancton en Monteverde, península de Santa Elena. En INOCAR, *Acta oceanografica del Pacifico* (págs. 44-66). Monteverde.
- Tapia, T., Basualto, S., & Urrutia, R. (1996). Contenido de metales pesados en microalgas y su agua circundante. En *CIT Ediciones Tecnológicas* (págs. 17-21). Concepción y Talca.
- Thurman, H. V. (1997). *Introductory Oceanography*. New Jersey: Prentice Hall College.
- Torres, G., Calderón, G., Franco, V., Cedeño, E., Calderón, T., & Salazar, E. (2004). Composición del Plancton en la Puntilla de Santa Elena durante agosto 2002. En INOCAR, *Acta Oceanografica del Pacifico* (págs. 63-73). Santa Elena.
- Weisstein, Eric W. (1999). Correlation Coefficient. En *Math World*. Wolfram Research.
- Weisstein, Eric W. (s.f.). Correlation Coefficient. En *Math Worl*. Weisstein,: Wolfram Research.
- Yentsch, C.S. (1974). Some aspects of enviromental of marine phytoplankton: a second look. En *Oceanogr.Mar.Biol.Ann* (págs. 41-75).

10. ANEXOS

ANEXO 1: INFORME DE MONITOREO DE MUESTRAS DE ESPECIES DE FITOPLANCTON

MUESTREO N°1

ESPECIE	ESTACION 1	ESTACION 2	ESTACION 3	ESTACION 4	ESTACION 5	TOTAL ESPECIES	CLASE	
Biddulphia aurita	0	22	33	0	22	77	DIATOMEAS	
Chaetoceros affinis	22	0	0	0	33	55		
Chaetoceros coarctatus	242	770	33	88	220	1353		
Chaetoceros eibenu	253	154	77	55	33	572		
Coscinodiscus excentricus	44	0	55	99	88	286		
Gossleriella tropica	11	165	0	0	0	176		
Lauderia borealis	22	55	363	242	297	979		
Leptocylindricus danicus	0	0	0	55	0	55		
Melosira sulcata	0	0	0	55	0	55		
Rhizosolenia hyalina	0	0	0	0	44	44		
Rhizosolenia imbricata	0	11	66	110	154	341		
Rhizosolenia stolterfothii	0	66	198	0	22	286		
Stauroneis membranecea	0	0	0	165	165	330		
Stephanopyxis palmeriana	0	0	330	110	242	682		
Triceratium favus	0	0	66	66	44	176		
Nitzschia pacifica	0	0	0	0	44	44		
Pleurosigma angulatum	0	0	0	0	55	55		
Amphisolenia bidentata	0	0	0	0	22	22	DINOFLAGELADOS	
Ceratium furca	264	671	176	330	440	1881		
Ceratium trichoceros	0	0	22	55	44	121		
Ceratium tripos	154	473	187	165	187	1166		
Dinophysis caudata	22	33	0	0	0	55		
Ornithocercus steinii	11	33	88	44	33	209		
Podolampas bipes	11	44	0	0	0	55		
Prorocentrum micans	22	0	0	0	0	22		
Protoperidinium conicum	0	33	0	44	0	77		
Protoperidium depressum	22	0	99	33	66	220		
Protoperidinium oceanicum	0	0	77	22	44	143		
Protoperidinium quarnerense	55	319	506	154	275	1309		
Pyrocystis lunula	33	22	165	66	55	341		
Pyrophacus steinii	22	253	110	66	66	517		
TOTAL ESTACIONES	1210	3124	2651	2024	2695	11704		-

MUESTREO N°2

ESPECIE	ESTACION 1	ESTACION 2	ESTACION 3	ESTACION 4	ESTACION 5	TOTAL ESPECIE	CLASE	
Bacteriastrum elegans	154	209	88	0	0	451	DIATOMEAS	
Chaetoceros affinis	308	121	275	352	462	1518		
Chaetoceros coarctatus	0	0	0	121	154	275		
Chaetoceros eibenu	77	22	33	143	110	385		
Climacodium frauenfeldianum	66	253	671	759	473	2222		
Coscinodiscus excentricus	319	154	143	110	308	1034		
Cyclotella striata	297	110	55	132	110	704		
Cyclotella sp.	209	253	297	528	385	1672		
Dactyliosolen antarcticus	9520	7260	6080	3910	4500	31270		
Ditylum brightwellu	22	0	0	0	0	22		
Leptocylindricus danicus	880	550	968	869	902	4169		
Planktoniella sol	55	11	22	11	55	154		
Rhizosolenia hebetata	110	231	220	385	715	1661		
Rhizosolenia hyalina	66	77	66	319	418	946		
Rhizosolenia imbricata	7250	6290	8600	5480	4620	32240		
Rhizosolenia stolterfothii	110	55	220	242	264	891		
Stauroneis membranacea	88	0	0	0	0	88		
Stephanopyxis palmeriana	44	33	0	88	0	165		
Pleurosigma angulatum	0	0	44	0	0	44		
Pseudoeunotia doliolus	0	33	44	88	143	308		
Amphisolenia bidentata	44	121	165	44	55	429	DINOFLAGELADOS	
Ceratium candelabrum	55	44	110	143	660	1012		
Ceratium furca	0	0	55	22	22	99		
Ceratium fusus	33	121	198	176	66	594		
Ceratium macroceros	33	55	66	66	66	286		
Ceratium ranipes	0	0	0	11	0	11		
Ceratium trichoceros	44	88	363	209	220	924		
Ceratium tripos	110	55	176	165	44	550		
Ceratium porretum	132	33	66	110	44	385		
Dinophysis caudata	0	44	11	44	11	110		
Diplopelta asymerica	0	0	33	66	77	176		
Onithocercus thumii	11	22	55	99	33	220		
Podolampas bipes	0	11	33	44	11	99		
Protoperidinium depressum	22	33	55	33	11	154		
Protoperidinium pedunculatum	22	0	22	11	0	55		
Protoperidinium quarnerense	0	22	33	0	0	55		
Pyrocystis lunula	11	0	0	0	253	264		
Pyrophacus steinii	0	44	99	33	33	209		
TOTAL ESTACIONES	20092	16355	19366	14813	15225	85851		-

MUESTREO N°3

ESPECIE	ESTACION 1	ESTACION 2	ESTACION 3	ESTACION 4	ESTACION 5	TOTAL ESPECIE	CLASE
<i>Biddulphia aurita</i>	24	0	33	11	123	191	DIATOMEA
<i>Chaetoceros affinis</i>	0	22	27	0	3305	3354	
<i>Chaetoceros coarctatus</i>	346	770	33	77	345	1571	
<i>Chaetoceros eibenu</i>	245	154	77	55	33	564	
<i>Coscinodiscus excentricus</i>	489	0	66	89	88	732	
<i>Gossleriella tropica</i>	12	19	0	0	0	31	
<i>Lauderia borealis</i>	22	55	363	242	297	979	
<i>Leptocylindricus danicus</i>	0	0	0	55	0	55	
<i>Melosira sulcata</i>	0	0	45	56	99	200	
<i>Rhizosolenia hyalina</i>	333	0	34	0	44	411	
<i>Rhizosolenia imbricata</i>	0	123	66	110	342	641	
<i>Rhizosolenia stolterfothii</i>	66	567	198	0	34	865	
<i>Stauroneis membranacea</i>	0	456	0	345	345	1146	
<i>Stephanopyxis palmeriana</i>	110	0	330	120	120	680	
<i>Triceratium favus</i>	0	66	33	0	46	145	
<i>Nitzschia pacifica</i>	0	54	0	46	34	134	
<i>Pleurosigma angulatum</i>	66	0	32	54	25	177	
<i>Amphisolenia bidentata</i>	0	0	0	0	22	22	
<i>Ceratium furca</i>	546	671	546	221	333	2317	
<i>Ceratium trichoreos</i>	1	1	324	22	33	381	
<i>Ceratium tripos</i>	154	473	187	165	187	1166	
<i>Dinophysis caudata</i>	22	0	33	165	0	220	
<i>Ornithocercus steinii</i>	11	33	88	0	220	352	
<i>Podolampas bipes</i>	11	44	0	44	0	99	
<i>Protoperidinium micans</i>	33	0	23	0	11	67	
<i>Protoperidinium conicum</i>	0	33	0	44	11	88	
<i>Protoperidinium depressum</i>	22	99	22	0	77	220	
<i>Protoperidinium oceanicum</i>	0	275	668	44	0	987	
<i>Protoperidinium quarnerense</i>	39	0	680	235	0	954	
<i>Pyrocystis lunula</i>	0	339	0	660	44	1043	
<i>Pyrophacus steinii</i>	330	245	110	550	66	1301	
TOTAL ESTACIONES	2882	4499	4018	3410	6284	21093	-

MUESTREO N°4

ESPECIE	ESTACION 1	ESTACION 2	ESTACION 3	ESTACION 4	ESTACION 5	TOTAL ESPECIE	CLASE
<i>Bacteriastrium elegans</i>	0	0	165	418	110	693	DIATOMEAS
<i>Chaetoceros affinis</i>	33	220	66	231	0	550	
<i>Chaetoceros coarctatus</i>	957	209	121	319	770	2376	
<i>Chaetoceros eibenu</i>	165	0	0	0	0	165	
<i>Coscinodiscus excentricus</i>	209	0	99	330	242	880	
<i>Coscinodiscus perforants</i>	0	0	77	55	0	132	
<i>Cyclotella</i> sp	0	132	121	0	0	253	
<i>Dactyliosolen antarcticus</i>	1640	242	66	121	132	2201	
<i>Lauderia borealis</i>	242	0	0	396	0	638	
<i>Lector cylindricus danicus</i>	814	0	77	352	121	1364	
<i>Rhizosolenia hebetata</i>	902	605	440	352	605	2904	
<i>Rhizosolenia hyalina</i>	0	0	88	66	0	154	
<i>Rhizosolenia imbricata</i>	2400	1000	682	396	220	4698	
<i>Rhizosolenia stolterfothii</i>	187	231	55	264	0	737	
<i>Stephanopyxis palmeriana</i>	0	11	0	0	55	66	
<i>Pleurosigma angulatum</i>	0	0	0	0	22	22	
<i>Nitzschia longissima</i>	3850	5300	1720	1270	1760	13900	
<i>Thalassionema nitzschioides</i>	347	0	0	0	0	347	
<i>Amphisolenia bidentata</i>	165	66	11	22	55	319	
<i>Ceratium candelabrum</i>	0	55	0	0	0	55	
<i>Ceratium furca</i>	297	132	66	143	132	770	
<i>Ceratium fusus</i>	55	44	22	0	0	121	
<i>Ceratium porrectum</i>	143	33	88	77	0	341	
<i>Ceratium trichocerus</i>	319	187	110	66	110	792	
<i>Ceratium tripos</i>	297	330	66	99	165	957	
<i>Ceratococcyrus horrida</i>	11	77	11	0	0	99	
<i>Dinophysis caudata</i>	55	11	11	33	0	110	
<i>Dinophysis doryphorum</i>	0	33	55	0	0	88	
<i>Gonyaulax polygram</i>	121	33	99	88	22	363	
<i>Podolampas bipes</i>	0	0	55	22	11	88	
<i>Proceratrum micans</i>	0	33	0	55	33	121	
<i>Protoperidinium depressum</i>	0	0	0	0	22	22	
<i>Protoperidinium pedunculatum</i>	154	99	110	110	11	484	
<i>Pyrocystis lunula</i>	165	66	55	33	55	374	
<i>Pyrophacus steinii</i>	88	44	44	55	33	264	
TOTAL ESTACIONES	13616	9193	4580	5373	4686	37448	-

ANEXO 2: ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE CORRELACIÓN SOBRE LAS MUESTRAS, PRESENCIA DE BUQUES VS. DENSIDAD POBLACIONAL DE ESPECIES DE FITOPLANCTON

ANÁLISIS DE CORRELACIÓN DEL FITOPLANCTON: PRESENCIA DE BUQUES VS DENSIDAD POBLACIONAL						
ESPECIE 1: CHAETOCEROS COARCTATUS						DATOS ESTADISTICOS
S I N L L U V I A	PRESENCIA DE BUQUES (X)	DENSIDAD POBLACIONAL (Y)	X ²	Y ²	X*Y	PROMEDIO X
	0	308	0	94864	0	0,25
	0	121	0	14641	0	PROMEDIO Y
	0	275	0	75625	0	194,70
	0	352	0	123904	0	COVARIANZA
	0	462	0	213444	0	70,13
	1	957	1	915849	957	DESVIACION TIPICA X
	1	209	1	43681	209	0,43
	1	121	1	14641	121	0,19
	1	319	1	101761	319	DESVIACION TIPICA Y
1	770	1	592900	770	267,69	
5	3894	5	2191310	2376	71657,41	COEFICIENTE DE CORRELACION
						<u>0,60</u>

ESPECIE 1: CHAETOCEROS COARCTATUS						DATOS ESTADISTICOS
C O N L L U V I A	PRESENCIA DE BUQUES (X)	DENSIDAD POBLACIONAL (Y)	X ²	Y ²	X*Y	PROMEDIO X
	0	242	0	58564	0	0,25
	0	770	0	592900	0	PROMEDIO Y
	0	33	0	1089	0	235,35
	0	88	0	7744	0	COVARIANZA
	0	220	0	48400	0	108,86
	1	0	1	0	0	DESVIACION TIPICA X
	1	22	1	484	22	0,43
	1	27	1	729	27	0,19
	1	0	1	0	0	DESVIACION TIPICA Y
1	3305	1	10923025	3305	725,44	
5	4707	5	11632935	3354	526257,13	COEFICIENTE DE CORRELACION
						<u>0,35</u>

ANÁLISIS DE CORRELACIÓN DEL FITOPLANCTON: PRESENCIA DE BUQUES VS DENSIDAD POBLACIONAL

ESPECIE 2: CHAETOCEROS EIBENU						DATOS ESTADISTICOS	
S I N L L U V I A	PRESENCIA DE BUQUES (X)	DENSIDAD POBLACIONAL (Y)	X²	Y²	X*Y	PROMEDIO X	0,25
	0	77	0	5929	0	PROMEDIO Y	27,50
	0	22	0	484	0	COVARIANZA	1,38
	0	33	0	1089	0	DESVIACION TIPICA X	0,43
	0	143	0	20449	0		0,19
	0	110	0	12100	0	DESVIACION TIPICA Y	51,06
	1	165	1	27225	165		2607,55
	1	0	1	0	0	COEFICIENTE DE CORRELACION	0,06
	1	0	1	0	0		
	1	0	1	0	0		
	5	550	5	67276	165		

ESPECIE 2: CHAETOCEROS EIBENU						DATOS ESTADISTICOS	
C O N L L U V I A	PRESENCIA DE BUQUES (X)	DENSIDAD POBLACIONAL (Y)	X²	Y²	X*Y	PROMEDIO X	0,25
	0	253	0	64009	0	PROMEDIO Y	58,80
	0	154	0	23716	0	COVARIANZA	15,50
	0	77	0	5929	0	DESVIACION TIPICA X	0,43
	0	55	0	3025	0		0,19
	0	33	0	1089	0	DESVIACION TIPICA Y	80,13
	1	245	1	60025	245		6420,16
	1	154	1	23716	154	COEFICIENTE DE CORRELACION	0,45
	1	77	1	5929	77		
	1	95	1	9025	95		
	1	33	1	1089	33		
	5	1176	5	197552	604		

ANÁLISIS DE CORRELACIÓN DEL FITOPLANCTON: PRESENCIA DE BUQUES VS DENSIDAD POBLACIONAL

ESPECIE 3: LAUDERIA BOREALIS						DATOS ESTADISTICOS	
S I N L L U V I A	PRESENCIA DE BUQUES (X)	DENSIDAD POBLACIONAL (Y)	X ²	Y ²	X*Y	PROMEDIO X	0,25
	0	0	0	0	0	PROMEDIO Y	31,90
	0	0	0	0	0	COVARIANZA	23,93
	0	0	0	0	0	DESVIACION TIPICA X	0,43
	0	0	0	0	0		0,19
	1	242	1	58564	242	DESVIACION TIPICA Y	98,75
	1	0	1	0	0		9751,39
	1	0	1	0	0		
	1	396	1	156816	396	COEFICIENTE DE CORRELACION	<u>0,56</u>
	1	0	1	0	0		
5	638	5	215380	638			

ESPECIE 3: LAUDERIA BOREALIS						DATOS ESTADISTICOS	
C O N L L U V I A	PRESENCIA DE BUQUES (X)	DENSIDAD POBLACIONAL (Y)	X ²	Y ²	X*Y	PROMEDIO X	0,25
	0	22	0	484	0	PROMEDIO Y	97,90
	0	55	0	3025	0	COVARIANZA	24,48
	0	363	0	131769	0	DESVIACION TIPICA X	0,43
	0	242	0	58564	0		0,19
	0	297	0	88209	0	DESVIACION TIPICA Y	136,46
	1	22	1	484	22		18620,69
	1	55	1	3025	55		
	1	363	1	131769	363	COEFICIENTE DE CORRELACION	<u>0,41</u>
	1	242	1	58564	242		
1	297	1	88209	297			
5	1958	5	564102	979			

ANÁLISIS DE CORRELACIÓN DEL FITOPLANCTON: PRESENCIA DE BUQUES VS DENSIDAD POBLACIONAL

ESPECIE 4: RHIZOLENIA IMBRICATA						DATOS ESTADISTICOS	
S I N L L U V I A	PRESENCIA DE BUQUES (X)	DENSIDAD POBLACIONAL (Y)	X ²	Y ²	X*Y	PROMEDIO X	0,25
	0	7250	0	52562500	0	PROMEDIO Y	1846,90
	0	6290	0	39564100	0	COVARIANZA	-226,83
	0	8600	0	73960000	0	DESVIACION TIPICA X	0,43 0,19
	0	5480	0	30030400	0		
	1	2400	1	5760000	2400	DESVIACION TIPICA Y	2798,85 7833547,39
	1	1000	1	1000000	1000		
	1	682	1	465124	682	COEFICIENTE DE CORRELACION	<u>-0,19</u>
	1	396	1	156816	396		
	1	220	1	48400	220		
5	36938	5	224891740	4698			

ESPECIE 4: RHIZOLENIA IMBRICATA						DATOS ESTADISTICOS	
C O N L L U V I A	PRESENCIA DE BUQUES (X)	DENSIDAD POBLACIONAL (Y)	X ²	Y ²	X*Y	PROMEDIO X	0,25
	0	0	0	0	0	PROMEDIO Y	49,10
	0	11	0	121	0	COVARIANZA	19,78
	0	66	0	4356	0	DESVIACION TIPICA X	0,43 0,19
	0	110	0	12100	0		
	1	0	1	0	0	DESVIACION TIPICA Y	83,85 7031,29
	1	123	1	15129	123		
	1	66	1	4356	66	COEFICIENTE DE CORRELACION	<u>0,54</u>
	1	110	1	12100	110		
	1	342	1	116964	342		
5	982	5	188842	641			

ANÁLISIS DE CORRELACIÓN DEL FITOPLANCTON: PRESENCIA DE BUQUES VS DENSIDAD POBLACIONAL

ESPECIE 5: STAURONEIS MEMBRANECEA						DATOS ESTADISTICOS	
S I N L L U V I A	PRESENCIA DE BUQUES (X)	DENSIDAD POBLACIONAL (Y)	X ²	Y ²	X*Y	PROMEDIO X	0,25
	0	88	0	7744	0	PROMEDIO Y	4,40
	0	0	0	0	0	COVARIANZA	-1,10
	0	0	0	0	0	DESVIACION TIPICA X	0,43
	0	0	0	0	0		0,19
	1	0	1	0	0	DESVIACION TIPICA Y	19,18
	1	0	1	0	0		367,84
	1	0	1	0	0	COEFICIENTE DE CORRELACION	<u>-0,13</u>
	1	0	1	0	0		
	5	88	5	7744	0		

ESPECIE 5: STAURONEIS MEMBRANECEA						DATOS ESTADISTICOS	
C O N L L U V I A	PRESENCIA DE BUQUES (X)	DENSIDAD POBLACIONAL (Y)	X ²	Y ²	X*Y	PROMEDIO X	0,25
	0	0	0	0	0	PROMEDIO Y	73,80
	0	0	0	0	0	COVARIANZA	38,85
	0	0	0	0	0	DESVIACION TIPICA X	0,43
	0	165	0	27225	0		0,19
	1	0	1	0	0	DESVIACION TIPICA Y	139,91
	1	456	1	207936	456		19575,36
	1	0	1	0	0	COEFICIENTE DE CORRELACION	<u>0,64</u>
	1	345	1	119025	345		
	1	345	1	119025	345		
5	1476	5	500436	1146			

ANALISIS DE CORRELACION DEL FITOPLANCTON: PRESENCIA DE BUQUES VS DENSIDAD POBLACIONAL

ESPECIE 6: STEPHANOPYXIS PALMERIANA						DATOS ESTADISTICOS	
S I N L L U V I A	PRESENCIA DE BUQUES (X)	DENSIDAD POBLACIONAL (Y)	X ²	Y ²	X*Y	PROMEDIO X	0,25
	0	44	0	1936	0	PROMEDIO Y	11,55
	0	33	0	1089	0	COVARIANZA	0,41
	0	0	0	0	0	DESVIACION TIPICA X	0,43
	0	88	0	7744	0		0,19
	0	0	0	0	0	DESVIACION TIPICA Y	23,71
	1	0	1	0	0		562,35
	1	11	1	121	11	COEFICIENTE DE CORRELACION	0,04
	1	0	1	0	0		
	1	55	1	3025	55		
5	231	5	13915	66			

ESPECIE 6: STEPHANOPYXIS PALMERIANA						DATOS ESTADISTICOS	
C O N L L U V I A	PRESENCIA DE BUQUES (X)	DENSIDAD POBLACIONAL (Y)	X ²	Y ²	X*Y	PROMEDIO X	0,25
	0	0	0	0	0	PROMEDIO Y	68,10
	0	0	0	0	0	COVARIANZA	16,98
	0	330	0	108900	0	DESVIACION TIPICA X	0,43
	0	110	0	12100	0		0,19
	0	242	0	58564	0	DESVIACION TIPICA Y	108,77
	1	110	1	12100	110		11830,59
	1	0	1	0	0	COEFICIENTE DE CORRELACION	0,36
	1	330	1	108900	330		
	1	120	1	14400	120		
1	120	1	14400	120			
5	1362	5	329364	680			

ANÁLISIS DE CORRELACIÓN DEL FITOPLANCTON: PRESENCIA DE BUQUES VS DENSIDAD POBLACIONAL							
ESPECIE 7: CERATIUM FURCA						DATOS ESTADISTICOS	
S I N L L U V I A	PRESENCIA DE BUQUES (X)	DENSIDAD POBLACIONAL (Y)	X²	Y²	X*Y		
	0	0	0	0	0		PROMEDIO X 0,25
	0	0	0	0	0		PROMEDIO Y 43,45
	0	55	0	3025	0		COVARIANZA 27,64
	0	22	0	484	0		DESVIACION TIPICA X 0,43
	0	22	0	484	0		0,19
	1	297	1	88209	297		DESVIACION TIPICA Y 75,53
	1	132	1	17424	132		5704,85
	1	66	1	4356	66		
	1	143	1	20449	143		
	1	132	1	17424	132		COEFICIENTE DE CORRELACION <u>0,85</u>
5	869	5	151855	770			

ESPECIE 7: CERATIUM FURCA						DATOS ESTADISTICOS	
C O N L L U V I A	PRESENCIA DE BUQUES (X)	DENSIDAD POBLACIONAL (Y)	X²	Y²	X*Y		
	0	264	0	69696	0		PROMEDIO X 0,25
	0	671	0	450241	0		PROMEDIO Y 209,90
	0	176	0	30976	0		COVARIANZA 63,38
	0	330	0	108900	0		DESVIACION TIPICA X 0,43
	0	440	0	193600	0		0,19
	1	546	1	298116	546		DESVIACION TIPICA Y 242,74
	1	671	1	450241	671		58922,79
	1	546	1	298116	546		
	1	221	1	48841	221		
	1	333	1	110889	333		COEFICIENTE DE CORRELACION <u>0,60</u>
5	4198	5	2059616	2317			

ANÁLISIS DE CORRELACIÓN DEL FITOPLANCTON: PRESENCIA DE BUQUES VS DENSIDAD POBLACIONAL

ESPECIE 8: CERATIUM TRIPOS						DATOS ESTADISTICOS	
S I N L L U V I A	PRESENCIA DE BUQUES (X)	DENSIDAD POBLACIONAL (Y)	X ²	Y ²	X*Y	PROMEDIO X	0,25
	0	110	0	12100	0	PROMEDIO Y	75,85
	0	55	0	3025	0	COVARIANZA	28,89
	0	176	0	30976	0	DESVIACION TIPICA X	0,43
	0	175	0	30625	0		0,19
	0	44	0	1936	0	DESVIACION TIPICA Y	100,52
	1	297	1	88209	297		10104,43
	1	330	1	108900	330	COEFICIENTE DE CORRELACION	<u>0,66</u>
	1	66	1	4356	66		
	1	99	1	9801	99		
	1	165	1	27225	165		
5	1517	5	317153	957			

ESPECIE 8: CERATIUM TRIPOS						DATOS ESTADISTICOS	
C O N L L U V I A	PRESENCIA DE BUQUES (X)	DENSIDAD POBLACIONAL (Y)	X ²	Y ²	X*Y	PROMEDIO X	0,25
	0	154	0	23716	0	PROMEDIO Y	116,60
	0	473	0	223729	0	COVARIANZA	29,15
	0	187	0	34969	0	DESVIACION TIPICA X	0,43
	0	165	0	27225	0		0,19
	0	187	0	34969	0	DESVIACION TIPICA Y	144,45
	1	154	1	23716	154		20865,24
	1	473	1	223729	473	COEFICIENTE DE CORRELACION	<u>0,47</u>
	1	187	1	34969	187		
	1	165	1	27225	165		
	1	187	1	34969	187		
5	2332	5	689216	1166			

ANÁLISIS DE CORRELACIÓN DEL FITOPLANCTON: PRESENCIA DE BUQUES VS DENSIDAD POBLACIONAL

ESPECIE 9: PROTOPERINIUM QUARENSE						DATOS ESTADISTICOS	
S I N L L U V I A	PRESENCIA DE BUQUES (X)	DENSIDAD POBLACIONAL (Y)	X ²	Y ²	X*Y	PROMEDIO X	0,25
	0	0	0	0	0	PROMEDIO Y	2,75
	0	22	0	484	0	COVARIANZA	-0,69
	0	33	0	1089	0	DESVIACION TIPICA X	0,43
	0	0	0	0	0		0,19
	0	0	0	0	0	DESVIACION TIPICA Y	8,43
	1	0	1	0	0		71,09
	1	0	1	0	0	COEFICIENTE DE CORRELACION	-0,19
	1	0	1	0	0		
	1	0	1	0	0		
	5	55	5	1573	0		

ESPECIE 9: PROTOPERINIUM QUARENSE						DATOS ESTADISTICOS	
C O N L L U V I A	PRESENCIA DE BUQUES (X)	DENSIDAD POBLACIONAL (Y)	X ²	Y ²	X*Y	PROMEDIO X	0,25
	0	55	0	3025	0	PROMEDIO Y	113,15
	0	319	0	101761	0	COVARIANZA	19,41
	0	506	0	256036	0	DESVIACION TIPICA X	0,43
	0	154	0	23716	0		0,19
	0	275	0	75625	0	DESVIACION TIPICA Y	190,16
	1	39	1	1521	39		36162,53
	1	0	1	0	0	COEFICIENTE DE CORRELACION	0,24
	1	680	1	462400	680		
	1	235	1	55225	235		
	1	0	1	0	0		
5	2263	5	979309	954			

ANÁLISIS DE CORRELACIÓN DEL FITOPLANCTON: PRESENCIA DE BUQUES VS DENSIDAD POBLACIONAL

		ESPECIE 10: PYROPHACUS STEINII				DATOS ESTADISTICOS		
S I N L L U V I A	PRESENCIA DE BUQUES (X)	DENSIDAD POBLACIONAL (Y)	X²	Y²	X*Y	PROMEDIO X	0,25	
		0	0	0	0	0	PROMEDIO Y	23,65
		0	44	0	1936	0	COVARIANZA	7,29
		0	99	0	9801	0	DESVIACION TIPICA X	0,43
		0	33	0	1089	0		0,19
		0	33	0	1089	0	DESVIACION TIPICA Y	30,38
		1	88	1	7744	88		922,93
		1	44	1	1936	44	COEFICIENTE DE CORRELACION	0,55
		1	44	1	1936	44		
		1	55	1	3025	55		
	1	33	1	1089	33			
	5	473	5	29645	264			

		ESPECIE 10: PYROPHACUS STEINII				DATOS ESTADISTICOS		
C O N L L U V I A	PRESENCIA DE BUQUES (X)	DENSIDAD POBLACIONAL (Y)	X²	Y²	X*Y	PROMEDIO X	0,25	
		0	22	0	484	0	PROMEDIO Y	90,90
		0	253	0	64009	0	COVARIANZA	42,33
		0	110	0	12100	0	DESVIACION TIPICA X	0,43
		0	66	0	4356	0		0,19
		0	66	0	4356	0	DESVIACION TIPICA Y	142,82
		1	330	1	108900	330		20396,49
		1	245	1	60025	245	COEFICIENTE DE CORRELACION	0,68
		1	110	1	12100	110		
		1	550	1	302500	550		
	1	66	1	4356	66			
	5	1818	5	573186	1301			

ANEXO 3: FOTOGRAFÍAS RELEVANTES



Figura 27: Colecta de fitoplancton en la estación 4 usando red cónica de 50 micras y posteriormente almacenadas en envases con bórax para neutralizar su descomposición.



Figura 28: Una vez colectada la muestra del fitoplancton se procede a limpiar la trampa y la red cónica para proceder a realizar el siguiente muestreo.



Figura 29: Colecta de muestras de fitoplancton superficial con red cónica mientras la embarcación se desplaza a una velocidad de 3 a 5 nudos en la estación N°3 del año 2013



Figura 30: Vista de los microorganismos colectados en la trampa de 50 micras antes de ser almacenado en recipientes plásticos con bórax año 2013.

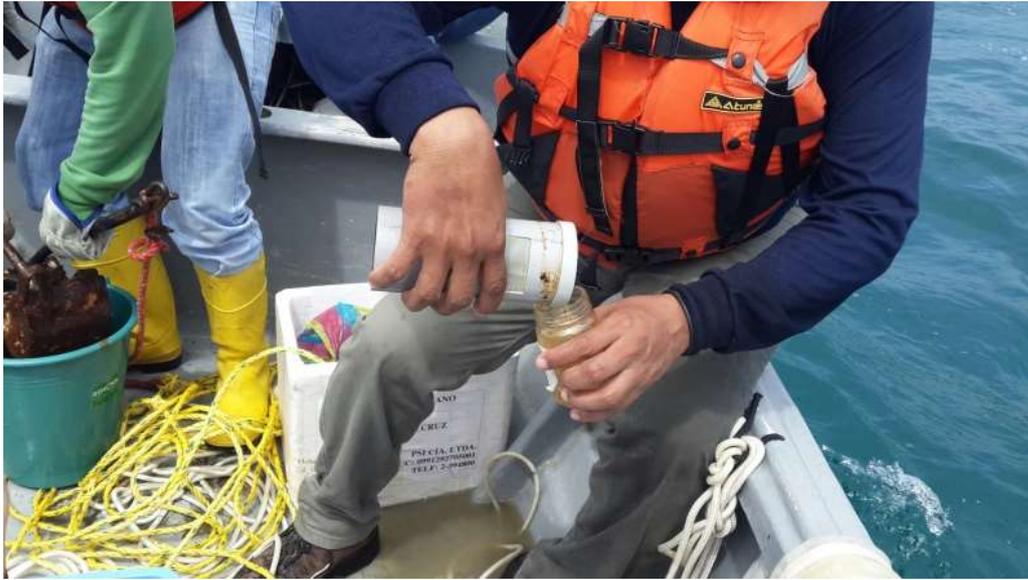


Figura 31: Microorganismos colectados son trasladado de la trampa de 50 micras al envase con bórax para luego ser guardado en una hielera para mantener su refrigeración y detener su descomposición año 2014



Figura 32: Culminación de todos los muestreos se procede a retirar la malla de 50 micras y transportar todas las muestras colectadas al laboratorio para su análisis.